



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم العالي
الإدارة المركزية لشئون الكتب

الفيزياء

الصف الأول الثانوي
كتاب الطالب

فريق الإعداد

أ.د. محمد عبد الهادي كامل العدوي
د. ياسر سيد حسن مهدي
د. علاء فرج عبد الرحيم البنا
د. أيمن محمد عبد المعطي

لجنة التعديلات

صدقة الدرديري مجدي
علاء الدين محمد أحمد عامر

مستشار مادة العلوم

يصرى هزاد سوهرس

٢٠١٩ - ٢٠٢٠

غير مصرح بتداول هذا الكتاب
خارج وزارة التربية والتعليم
والتعليم العالي

مقدمة

يمثل هذا الكتاب دعامة من دعائم المنهج المطور في الفيزياء للصف الأول الثانوي، إلى جانب الأنشطة والتدريبات، ودليل المعلم - الأمر الذي يعمل على تحقيق أهداف عملية تطوير المناهج لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين، والذي واكبت بدايته ثورة متسارعة في المعلومات وتكنولوجيا الاتصالات.

ويهدف المنهج إلى تحقيق التوجهات التالية:

- ✦ التبصير بالعلاقة بين العلم والتكنولوجيا في مجال الفيزياء، وانعكاساتها على التنمية.
 - ✦ التركيز على ممارسة الطلاب للتصرف الواعي والفعال حيال استخدام المخرجات التكنولوجية.
 - ✦ اكتساب الطلاب منهجية التفكير العلمي، ومن ثم بتاح لهم الانتقال إلى التعلم الذاتي المتميز بالمتعة والتشويق.
 - ✦ اعتماد الطلاب على الاستكشاف في التوصل إلى المعلومات، واكتساب المزيد من الخبرات.
 - ✦ توفير الفرص لممارسة مهام المواطنة من خلال أساليب التعلم الذاتي، والعمل بروح الفريق للتفاوض والإقناع وتقبل آراء الآخرين وعدم التعصب وتبني التعارف.
 - ✦ اكتساب الطلاب المهارات الحياتية، من طريق زيادة الاهتمام بالجانب العملي والتطبيقي.
 - ✦ تنمية الإقباضات البيئية الإيجابية نحو استخدام الموارد البيئية، والحفاظ على التوازن البيئي محلياً وعالمياً.
- ويتمنى هذا الكتاب على سبب أبواب مترابطة، يتضمن كل باب منها مجموعة من الفصول الشاملة لتحقيق الأهداف المرجوة من دراسة كل باب، وهي:

١ الكليات الفيزيائية ووحدات القياس.

٢ الحركة الخطية.

٣ الحركة الدائرية.

٤ الشغل والطاقة في حياتنا اليومية.

ومراقبة لتطورات العصر ولتفعيل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فقد تم تصميم موقع تعليمي على شبكة المعلومات الدولية والذي يتضمن العديد من الأفلام والصور والتدريبات والامتحانات وذلك على الرابط التالي:

www.elshamsscience.com.eg

وقد تم تزويد الكتاب برابط على بنك المعرفة المصري

www.ekb.eg

منها ما هو في سياق الموضوعات، ومنها ما هو إثرائي لتعميق المعرفة والفهم تشجيعاً للطلاب على المزيد من البحث والاطلاع.

نسأل الله عز وجل أن نعلم الفائدة من هذا الكتاب، وتدعوه سبحانه أن يكون ذلك لبنة من اللبنة التي نضعها في محراب حب الوطن والانتماء إليه. والله من وراء القصد، وهو يهتدي إلى سواء السبيل.

المؤلفون

المحتويات

الباب الأول: الكميات الفيزيائية ووحدات القياس

٢ الفصل الأول : القياس الفيزيائي

٢٣ الفصل الثاني : الكميات القياسية والكميات المتجهة



الباب الثاني: الحركة الخطية

٣٦ الفصل الأول : الحركة في خط مستقيم

٥١ الفصل الثاني : الحركة بعجلة منتظمة

٦٩ الفصل الثالث : القوة والحركة



الباب الثالث: الحركة الدائرية

٨٨

الفصل الأول : قوانين الحركة الدائرية

١٠٢

الفصل الثاني : الجاذبية الكونية والحركة الدائرية



الباب الرابع: الشغل والطاقة في حياتنا اليومية

١١٨

الفصل الأول : الشغل والطاقة

١٣١

الفصل الثاني : قانون بقاء الطاقة



الباب الأول

الكميات الفيزيائية ووحدات القياس

Physical Quantities and Measuring Units



فصول الباب

الفصل الأول : القياس الفيزيائي

الفصل الثاني : الكميات القياسية والكميات المتجهة

مقدمة الباب

تهتم العلوم الطبيعية بدراسة جميع الظواهر التي تحدث في الكون، فتصف هذه الظواهر وتحاول تفسيرها وتخضعها للتجربة بهدف الاستفادة منها في خدمة الإنسان. ولا يمكن أن يكون وصف هذه الظواهر دقيقاً دون إجراء عمليات قياس دقيقة للكميات الفيزيائية المختلفة.

أهداف الباب

في نهاية هذا الباب تكون قادراً على أن:

- تعرف الكميات الفيزيائية الأساسية والمشتقة.
- تستنتج معادلة أبعاد الكميات الفيزيائية.
- تحدد الكميات الفيزيائية الأساسية في النظام الدولي ووحدات قياسها.
- تسمى أدوات قياس الطول، والكتلة، والزمن.
- تستنتج وحدات النظام الدولي لكميات فيزيائية مشتقة.
- تستخدم معادلة الأبعاد في إثبات صحة القوانين الفيزيائية.
- تقارن بين الكمية القياسية والكمية الممتدة.
- تعرف الضرب القياسي للكميات الممتدة.
- تعرف الضرب الاتجاهي للكميات الممتدة.
- تعرف كيفية حساب الخطأ في القياس.
- تعرف مصادر الخطأ في القياس.

الجوانب الوجدانية المتضمنة

- تقدير جهود العلماء في تصميم أدوات القياس المختلفة.
- تقدير أهمية الدقة في إجراء عملية القياس.
- إدراك أهمية القياس في الحياة اليومية.

عمليات التعلم ومهارات التفكير المتضمنة

- التفسير العلمي.
- الاستنتاج.
- المقارنة.
- التصنيف.
- حل المشكلات.
- التطبيق.
- التفكير الناقد.



الفصل الأول

القياس الفيزيائي

Physical Measurement

وصف درجة حرارة شخص بأنها مرتفعة يكون غير دقيق علمياً، والأفضل أن يقال مثلاً أن درجة حرارته 40 درجة سيلزيوس (40°C)، فالقياسات تحول مشاهداتنا إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام



شكل (١) : يحتاج الإنسان لإجراء قياسات مختلفة في الحياة اليومية

ما المقصود بالقياس؟

القياس هو عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها (تسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية، ولعملية القياس ثلاثة عناصر رئيسة هي:

١ الكميات الفيزيائية (المراد قياسها).

٢ أدوات القياس اللازمة.

٣ وحدات القياس المستخدمة (الوحدات المعيارية).

تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببـنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

نواتج التعلم المتوقعة:

في نهاية هذا الفصل تكون قادراً على:

- تفرق بين الكميات الفيزيائية الأساسية والمشتقة.
- تستنتج معادلة أبعاد الكميات الفيزيائية.
- تحدد الكميات الفيزيائية الأساسية في النظام الدولي ووحدات قياسها.
- تسمى أدوات قياس الطول والكتلة والزمن.
- تستنتج وحدات النظام الدولي لكميات فيزيائية مشتقة.
- تستخدم معادلة الأبعاد في إثبات صحة القوانين الفيزيائية.
- تحسب الخطأ في القياس.
- تذكر مصادر الخطأ في القياس.

مصطلحات الفصل:

- الكمية الفيزيائية *Physical quantity*
- وحدة القياس *Measuring unit*
- الخطأ المطلق *Absolute error*
- الخطأ النسبي *Relative error*

مصادر التعلم الإلكترونية:

- فيلم تعليمي: الكميات الفيزيائية ووحدات القياس.

<http://www.youtube.com/watch?v=0pcaF50P0Y>



وستانول بالتفصيل كل عنصر من هذه العناصر.

إن الكميات التي نتعامل معها مثل الكتلة والزمن والطول والحجم وغيرها تسمى كميات فيزيائية، ونحن نحتاج إلى قياسها بدقة في حياتنا اليومية.

ويمكن تصنيف الكميات الفيزيائية إلى:

تواصل

تواصل معنا من خلال موقع الكتاب
على شبكة المعلومات الدولية.
www.gishansscience.com.eg

1 كمية فيزيائية أساسية: هي كمية فيزيائية لا تُعرف بدلالة كميات فيزيائية أخرى.

من أمثلتها: الطول، الزمن، الكتلة.

2 كمية فيزيائية مشتقة: هي كمية فيزيائية تُعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية.

من أمثلتها: الحجم، السرعة، العجلة.

فوجد على سبيل المثال أن:

حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع

$$V = L_1 \times L_2 \times L_3$$

أي أن الحجم مشتق من الطول.

ويوجد في العالم عدة أنظمة لتحديد الكميات الفيزيائية الأساسية ووحدات قياسها ومنها:



شكل (٢١) متوازي مستطيلات

وحدات القياس			
الكمية الأساسية	النظام الفرنسي (نظام جاوس) (C . G . S)	النظام البريطاني (F . P . S)	النظام المتري (M . K . S)
الطول	مستيمتر	قدم	متر
الكتلة	جرام	باوند	كيلو جرام
الزمن	ثانية	ثانية	ثانية

التكامل مع الرياضيات

دائمًا ما يتم التعبير عن الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها البعض بالمعادلات الرياضية، وهذه المعادلات الرياضية هي صورة مختصرة لتوصيف فيزيائي. ويكون لكل معادلة فيزيائية مدلول معين. وهذا المدلول هو ما نسميه المعنى الفيزيائي.



النظام الدولي للوحدات (SI): International System of Units



ويسمى أيضا النظام المتري المعاصر، وقد تم الاتفاق في المؤتمر العالمي للمقاييس والموازين الحادي عشر الذي عقد عام 1960 على إضافة أربع وحدات للنظام المتري السابق، وبذلك أصبح على الصورة التي يبينها الرابط المقابل:

وقد أضيفت وحدتان إضافيتان وهما:

♦ راديان *Radian* لقياس الزاوية المسطحة.

♦ استرديان *Steradian* لقياس الزاوية المجسمة.

هذا وقد تم استخدام النظام الدولي في جميع المجالات العلمية المختلفة في كافة أنحاء العالم.

علماء أعلام البشرية



■ **أحمد زويل:** عالم مصري حصل على جائزة نوبل عام 1999 م حيث استخدم الليزر في دراسة التفاعلات الكيميائية بين الجزيئات والتي تحدث في فترة زمنية تقاس بالفيمتوثانية (10^{-15} s).

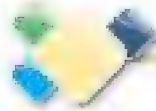


■ **وليام طومسون (لورد كلفن):** عالم بريطاني يعد أحد أبرز العلماء الذين طوروا النظام المتري وقد قام بتعيين درجة الصفر المطلق على مقياس "كلفن" لدرجات الحرارة بدقة تامة، ووجد أنها تساوي (-273°C) .

Measurement Tools

٢- أدوات القياس

اتخذ الإنسان في الماضي من أجزاء جسمه ومن الظواهر الطبيعية وسائل للقياس. فاتخذ الذراع وكف اليد والقدم وغيرها كمقاييس للطول، واستفاد من شروق الشمس وغروبها ودورة القمر في استنباط مقياس للزمن. ونشأت نظم مختلفة للقياس، وتنوعت وتعددت في كل دولة، ولقد تطورت أدوات القياس تطوراً هائلاً في إطار التطور الصناعي الضخم الذي أعقب الحرب العالمية الثانية، وبذلك ساعدت الإنسان على وصف الظواهر بدقة والتوصل إلى حقائق الأشياء.



قياس الأطوال - قياس مساحة بعض الأشكال.

تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
بمكتبة المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

بعض أدوات القياس فليتنا وحدثنا

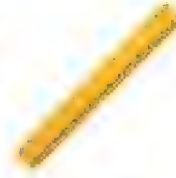
الكمية



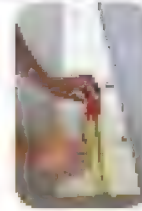
الميكرومتر



المقدمة ذات البورتية

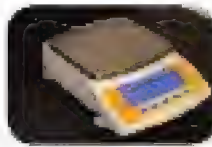


المسطرة



الشريط المترى

الطول



ميزان رقمي



ميزان ذو الكفة الواحدة



ميزان ذو الكفتين



ميزان روماني

الكتلة



ساعة رقمية



ساعة الإيقاف



ساعة البندول



الساعة الرملية

الزمن

Standard Units

الوحدات المعيارية

بدون استخدام وحدات القياس يصبح الكثير من المهام التي نقوم بها في حياتنا اليومية علمية المعنى، فعندما نقول إن كتلة جسم ما تساوي (5) دون أن نذكر وحدة قياس الكتلة المستخدمة فإن ذلك يجعلنا نتساءل: هل وحدة القياس هي الجرام أم الكيلوجرام أم الطن؟ ولكتنا عندما نقول: إن الكتلة تساوي (5) نكون قد أوضحنا الكمية إيجاباً تاماً.

ولقد حاول العلماء البحث عن التعريف الأكثر دقة لكل من الوحدات المعيارية مثل الطول والكتلة والزمن، وإليك بعض هذه التعريفات.

أولاً: معيار الطول (المتر): يعتبر الفرنسيون أول من استخدم المتر كوحدة عيارية لقياس الطول. وقد تغير تعريف المتر بعداً عن التعريف الأكثر دقة.

"المتر العياري هو المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة من البلاتين - الأيريديوم محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس في المكتب الدولي للمرايين والمقاييس بالقرب من باريس."

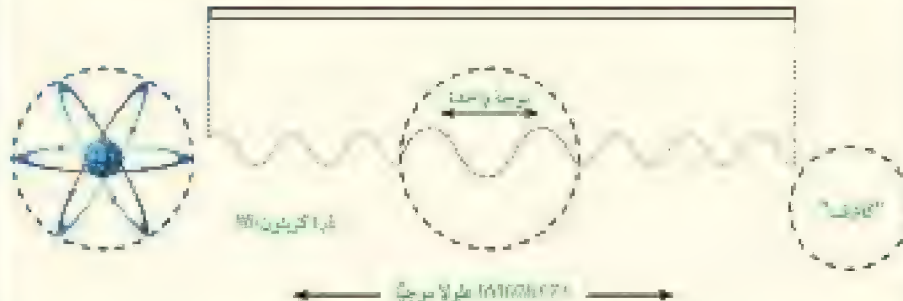


الشكل ١٣١: متر العياري

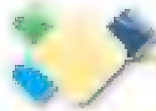
معلومة إضافية

في عام 1960 م اتفق العلماء في المؤتمر الدولي للمرايين والمقاييس على إمكانية استبدال المتر العياري السابق بأحد الثوابت الذرية وفقاً للتعريف الآتي:

"المتر العياري يساوي عدد معلوماً (1650763.73) من الأطوال الموجية للضوء الأحمر - البرتقالي المنبعث في الفراغ من ذرات نظير عنصر الكريبتون ذي الكتلة الذرية 86 في أبوية تفريغ كهربائي بها غاز الكريبتون".



شكل (٤): المتر مع ما يدل على أن اللون الأحمر البرتقالي للضوء المنبعث من ذرات الكريبتون 86



الدرس الثاني: الكتلة والوزن

باستخدام شبكة المعلومات، ابحث في اجابة الأسئلة التالية:

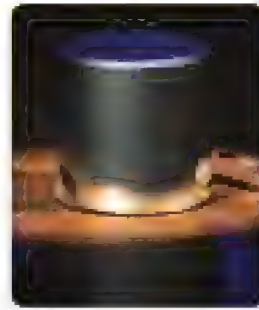
• كيف يمكنك قياس بعد القمر عن الأرض؟ • كيف يمكنك قياس طول محيط الكرة الأرضية؟

ثانياً، معيار الكتلة (الكيلو جرام): "الكيلو جرام المعيارى يساوى كتلة أسطوانة من سبيكة (البلاتين - الإيريديوم) ذات الأبعاد المحددة محفوظة عند درجة صفر سيلزيوس في المكتب الدولى للمعايير والموازين بالقرب من باريس.

تعميق المعرفة



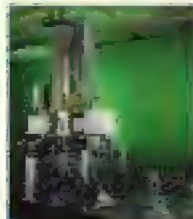
لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنت المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:



الشكل (٥): الكيلو جرام العيارى

ثالثاً، معيار الزمن (الثانية): الثانية هي وحدة قياس الزمن، ولقد تم تحديدها في العصور القديمة، فقد كان الليل والنهار واليوم وسيلة ممتازة للعثور على مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن، حيث أن:
اليوم = 24 ساعة = 24×60 دقيقة = $24 \times 60 \times 60$ ثانية = 86400 ثانية
وبناء على ما سبق يمكن تعريف الثانية على أنها تساوى $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسى المتوسط،
ولقد اقترح العلماء استخدام المساعات الذرية مثل ساعة السيزيوم لقياس الزمن، وهي غاية في الدقة.

معلومة إضافية



الشكل (٦): ساعة السيزيوم الذرية

توصل العلماء إلى التعريف الأتى للثانية باستخدام ساعة السيزيوم:

"الثانية هي الفترة الزمنية اللازمة لانبعاث من ذرة السيزيوم ذى الكتلة
الذرية 133 عدد من الموجات (يساوى 9192631770 موجة)"

شاهد فيلم على موقع الكتاب

كيف تعمل الساعة الذرية؟

ويساعد استخدام الساعات الذرية ذات الدقة المتناهية في دراسة عدد كبير من المسائل ذات الأهمية العلمية والعملية مثل تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (زمن اليوم) إلى جانب مراجعات لتحسين الملاحظة الجوية والأرضية، وتدفق وحالات سطح الفضاء لاكتشاف الكون وغيرها.

تفكير انتقادي

- * لماذا لا يستخدم طول مسائل المتر العياري من الزجاج لحفظه كوحدة عياري للقياس الطولي؟
- * لماذا في رأيك اختار العلماء المتر العياري الفري وفضلوه على المتر العياري الدولي؟
- * لماذا يبحث العلماء عن المعيار الأكثر دقة لقياس الكمية الفيزيائية؟

صيغة الأبعاد

Dimensional Formula

اصطلح العلماء على تعريف محدد لكل كمية فيزيائية يتم الاتفاق عليه عالمياً. **المسافة**: السرعة (معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن) = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$. وبظل هذا التعريف سارياً في جميع أنحاء العالم.

عبارة تفصيلية على مواقع الكتاب

حساب أبعاد الكميات الفيزيائية*

■ نرسم للطول Length بالرمز "L".

■ نرسم للكتلة Mass بالرمز "M".

■ نرسم للزمن Time بالرمز "T".

وعندما نغير عن التعريف بدلالة الرموز السابقة نحصل على ما يسمى "صيغة أبعاد" الكمية الفيزيائية. مثلاً:

$$[v] = \frac{\text{Distance}}{\text{time}} = \frac{L}{T} = LT^{-1} \quad \text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{الطول}}{\text{الزمن}}$$

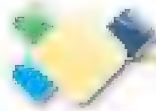
مما سبق يتضح أنه يمكن التعبير عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية، وهي الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منها "أس" معين ويكتب التعبير الناتج على الصورة الآتية:

$$[A] = L^{a_1} M^{a_2} T^{a_3}$$

حيث A الكمية الفيزيائية، a_1, a_2, a_3 هي أبعاد L و M و T على الترتيب.

وحدة قياس الكمية الفيزيائية: نحصل على وحدة القياس بالتعبير عن معادلة الأبعاد بالوحدات المناسبة.

فعلى سبيل المثال تقاس السرعة بوحدة: متر / ثانية (m/s).



مثال محلول

أوجد صيغة أبعاد العجلة، وكذلك وحدة قياسها، إذا علمت أن العجلة تعرف بأنها (معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن).

الحل:

$$a = \frac{\text{Velocity}}{\text{time}} = \frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$$

$$\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}} = \text{العجلة}$$

أما وحدة قياس العجلة فتكون: م/ث² (m/s^2)

صيغة الأبعاد لبعض الكميات الفيزيائية

الكميات الفيزيائية	ملاقاتها مع الكميات الأخرى	صيغة الأبعاد	وحدة القياس
المساحة (A)	الطول × العرض	$L \times L = L^2$	m^2
الحجم (V)	الطول × العرض × الارتفاع	$L \times L \times L = L^3$	m^3
الكثافة (ρ)	$\frac{\text{الكثافة}}{\text{الحجم}}$	$\frac{M}{L^3} = ML^{-3}$	kg/m^3
السرعة (v)	$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$	$\frac{L}{T} = LT^{-1}$	m/s
العجلة (a)	$\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$	$\frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$	m/s^2
القوة (F)	الكثافة × العجلة	$M \times LT^{-2} = MLT^{-2}$	N (نيوتن)

التلخيص

عند جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين يجب أن تكونا من نفس النوع، أي لهما نفس صيغة الأبعاد. فلا يمكن جمع كتلة 2 kg مع مسافة 2 m.

إذا كانت وحدة القياس مختلفة لكميتين من نفس النوع فيجب أن نحول وحدة قياس إحداهما إلى وحدة قياس الأخرى لكي يمكن جمع أو طرح الكميتين مع بعضهما.

$$1\text{ m} + 170\text{ cm} = 100\text{ cm} + 170\text{ cm} = 270\text{ cm}$$

يمكن ضرب أو قسمة الكميات الفيزيائية التي ليس لها نفس معادلة صيغة، وفي هذه الحالة نحصل على كمية فيزيائية جديدة، فعند قسمة المسافة على الزمن نتج السرعة.

أهمية معادلات الأبعاد: يمكن استخدام معادلة الأبعاد في اختبار صحة القوانين، حيث يجب أن يكون أبعاد كل من طرفي المعادلة متماثلة، وهذا ما يسمى (تحويل تجانس الأبعاد للمعادلة).

مثال محلول

أثبت صحة العلاقة: طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ الكتلة \times مربع السرعة، إذا علمت أن صيغة أبعاد الطاقة $E = ML^2T^{-2}$

الحل:

صيغة أبعاد الطرف الأيمن من ML^2T^{-2}

صيغة أبعاد الطرف الأيسر

من المعطى أن الكمية $\frac{1}{2}$ ليس له وحدة قياس، وهي نفس صيغة أبعاد الطرف الأيمن، ويستنتج من ذلك أن العلاقة صحيحة.

مثال محلول

اقترح أحدهم أن حجم الأسطوانة يعين من العلاقة $V = \pi rh$ حيث r نصف قطر قاعدة الأسطوانة، h ارتفاع الأسطوانة.

استخدم صيغة الأبعاد لكي تتحقق من صحة هذه المعادلة.

الحل:

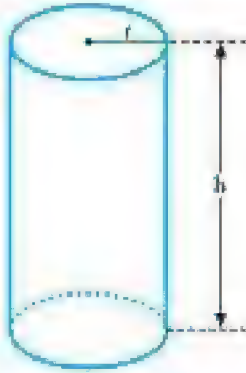
تكتب المعادلة: $V = \pi rh$ (ويلاحظ أن π ثابت ليس له وحدات)

صيغة أبعاد الطرف الأيسر (حجم) L^3 .

صيغة أبعاد الطرف الأيمن (طول \times طول) L^2 .

النتيجة: أبعاد طرفي المعادلة غير متطابقة.

الاستنتاج: المعادلة خطأ.



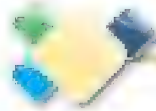
لاحظ أن: مجرد نفس صيغة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها، ولكن اختلافها على طرفي المعادلة يؤكد خطأها.

وكن التفكير:

تخضع حركة جسم تحت تأثير الجاذبية للعلاقة التالية:

$$v_f = v_i + at$$

أثبت صحة هذه العلاقة باستخدام صيغة الأبعاد. علماً بأن: a هي عجلة الجاذبية الأرضية، t الزمن، v_i السرعة النهائية، v_f السرعة الابتدائية.

**مضاعفات وكسور الوحدات في النظام العالمي**

في عملية القياس توصف الكمية الفيزيائية عادة برقم عددي ووحدة قياس، فمثلاً المسافة بين النجوم كبيرة جدًا وتقدر بحوالي $(100,000,000,000,000,000\text{m})$ ، أما المسافة بين الذرات في الجوامد فتقدر بحوالي (0.000000001m) لا شك أننا نجد صعوبة كبيرة في قراءة هذه الأرقام. لذلك يفضل التعبير عن هذه الأرقام وكتابتها باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين، وبهذه الطريقة يمكن كتابة المسافة بين النجوم على الصورة $(1 \times 10^{17}\text{m})$ والمسافة بين الذرات في الجوامد على الصورة $(1 \times 10^{-9}\text{m})$ وتسمى هذه الطريقة في التعبير عن الكميات الفيزيائية بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد. وتسمى المعامل 10^n بأسماء محددة تم الاتفاق عليها بين العلماء وهي موضحة بالجدول التالي:

المعامل	10^9	10^6	10^3	10^0	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
المسمى	جيجا	ميغا	كيلو	متر	ميلي	ميكرو	نانو
الرمز	G	M	k		m	μ	n

مثال محلولة

تيار كهربائي شدته 7 مللي أمبير (7 mA)، غير عن شدة هذا التيار بوحدة الميكرو أمبير (μA).

الحل:

من الجدول السابق نجد أن:

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

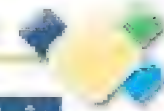
بقسمة العلاقتين السابقتين يتج أن:

$$\frac{1 \text{ mA}}{1 \mu\text{A}} = 10^3$$

$$1 \text{ mA} = 10^3 \mu\text{A} \quad \text{أي أن:}$$

وبضرب الطرفين في (7) نجد أن: $7 \text{ mA} = 7 \times 10^3 \mu\text{A}$

معنى هذا أن: 7 مللي أمبير = 7000 ميكرو أمبير.



Measurement error

خطأ القياس

اهتم الإنسان عبر تاريخه بتحسين طرق القياس وتطوير أجهزته نظرًا للارتباط الواضح بين دقة عملية القياس والتقدم العلمي والتكنولوجي، ولا يمكن أن تتم عملية قياس بدقة (100%)، ولكن لا بد من وجود نسبة ولو بسيطة من الخطأ، فعند قياس طول غرفة مثلاً فإننا نجد أن هناك اختلافًا بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية، وقد يكون هذا الاختلاف طفيفًا أو كبيرًا حسب دقة القياس.

تدريب

طلب معلم من 5 طلاب قياس طول قلم رصاص، وكانت النتائج على النحو التالي:

الطالب	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس
نتيجة القياس	10.1 cm	10.0 cm	9.8 cm	10.0 cm	10.2 cm

ماذا نستج من الجدول السابق؟

اذكر الأسباب المحتملة التي نتجت عنها الأخطاء في القياس؟

ما المسطرة الأدق في قياس طول القلم الرصاص؟ ولماذا؟



أ - مسطرة مدرجة ١ سم



ب - مسطرة مدرجة ١ سم

مصادر الخطأ في القياس

تعدد مصادر الخطأ عند قيام الكيمياء الفيزيائية المختلفة، ومن هذه المصادر:

١- اختيار أداة قياس غير مناسبة من الأخطاء الشائعة اختيار أداة غير مناسبة للقياس، فمثلاً استخدام الميزان المعتاد بدلاً من الميزان الحساس لقياس كتلة خاتم ذهبي يؤدي إلى حدوث خطأ أكبر في القياس.

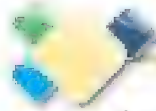
٢- وجود عيب في أداة القياس: قد يوجد عيب أو أكثر في أداة القياس، ومن أمثلة تلك العيوب في جهاز الأميتر على سبيل المثال:

✦ أن يكون الجهاز قديمًا والمغناطيس بداخله أصبح ضعيفًا.

✦ ابتعاد مؤشر مقياس الأميتر عن صفر التدريج عند قطع التيار عما بالشكل.

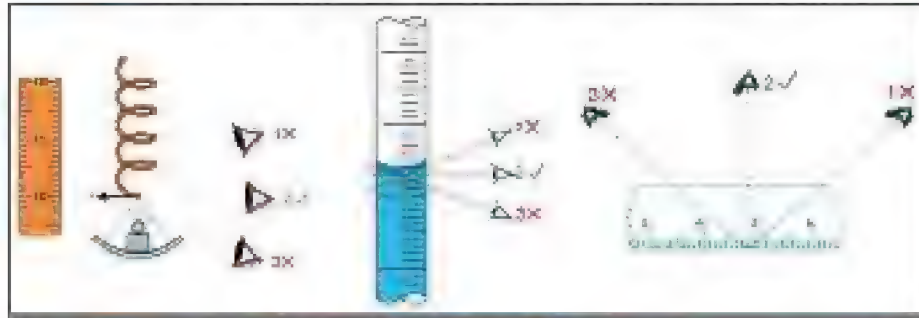


شكل (١٧) جهاز ليزر لاسر



٢ إجراء القياس بطريقة خطأ: كثيراً ما تنتج الأخطاء من المستجدين والأشخاص غير المدربين على إجراء القياس بدقة، ومن هذه الأخطاء:

- ♦ عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل الملتيميتر.
- ♦ النظر إلى المؤشر أو التدريج بزاوية بدلاً من أن يكون خط الرؤية عمودياً على الأداة.



شكل (٩٨): ينبغي أن يكون خط الرؤية عمودياً على أداة القياس

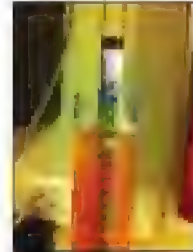
٣ عوامل بيئية: مثل درجات الحرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية فتلد قياس كتلة جسم صغير باستخدام ميزان حساس قد تؤدي التيارات الهوائية إلى حدوث خطأ في عملية القياس؛ ولتجنب هذا الخطأ يوضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي.

حساب الخطأ في القياس:

قبل أن تبدأ في عرض كيفية حساب الخطأ في القياس لابد أن نميز أولاً بين نوعي القياس:

١ القياس المباشر: يتم فيه استخدام أداة واحدة للقياس؛ فمثلاً يمكن قياس كثافة سائل باستخدام أداة قياس واحدة نعرفها بـ "الهيدروميتر".

٢ القياس غير المباشر: يتم فيه استخدام أكثر من أداة قياس، فيمكن قياس الكثافة عن طريق قياس الكتلة بالميزان وقياس الحجم بالمخبار المدرج، ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة على الحجم.



شكل (١٠): قياس الكثافة باستخدام الميزان والمخبار المدرج ينتج عنه خطأ في القياس.

شكل (٩٩): قياس الكثافة بطريقة مباشرة باستخدام الهيدروميتر ينتج عنه خطأ واحد في القياس

وجه المقارنة	القياس المباشر	القياس غير المباشر
عدد عمليات القياس	يتم فيه إجراء عملية قياس واحدة.	يتم فيه إجراء أكثر من عملية قياس
العمليات الحسابية	لا يتم التعويض في علاقة رياضية.	يتم التعويض في علاقة رياضية لحساب الكمية
الأخطاء في القياس	يكون هناك خطأ واحد في عملية القياس.	يكون هناك عدة أخطاء في عملية القياس؛ لذا يحدث ما يعرف تراكم للخطأ.
أداة	قياس الحجم باستخدام العنبر المدرج.	قياس الحجم بفسرف العنبر في العرض في الارتفاع.

(١) حساب الخطأ في حالة القياس المباشر

الخطأ المطلق (Δx) هو الفرق بين القيمة الحقيقية (x_0) والقيمة

$$\text{المقاسة } (x) : \Delta x = |x_0 - x|$$

وتدل علامة المقياس $|$ على أن الناتج يكون دائماً موجبا حتى لو كانت الكمية الحقيقية أقل من الكمية

المقاسة؛ لأن المهم هو معرفة مقدار الخطأ سواء كان بالزيادة أو النقصان فعلى سبيل المثال: $|-8| = 8$

الخطأ النسبي (r)؛ هو النسبة بين الخطأ المطلق (Δx) إلى القيمة الحقيقية (x_0).

$$r = \frac{\Delta x}{x_0}$$

مثال محلولة

قام أحد الطلاب بقياس طول قلم ومصاص عمليا ووجد أنه يساوي (9.9 cm) وكانت القيمة الحقيقية لطول القلم تساوي (10 cm) ، بينما قام زميله بقياس طول الفصل ووجد أنه يساوي (9.11 m) في حين أن القيمة الحقيقية لطول الفصل تساوي (9.11 m) احسب الخطأ المطلق والخطأ النسبي في كل حالة.

الحل:

في حالة الطالب الأول: حساب الخطأ المطلق

$$\Delta x = |x_0 - x| = |10 - 9.9| = 0.1 \text{ cm}$$

حساب الخطأ النسبي

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.1}{10} = 0.01 = 1 \%$$

في حالة الطالب الثاني: حساب الخطأ المطلق

$$\Delta x = |x_0 - x| = |9.11 - 9.11| = |-0.02| \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

حساب الخطأ النسبي

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.02}{9.11} = 0.0022 = 0.22 \%$$

ويمكن التعبير عن نتيجة عملية القياس على النحو التالي:

طول القلم الرصاص يساوي $(10 \pm 0.1) \text{ cm}$

طول الفصل يساوي $(9.11 \pm 0.02) \text{ m}$

نلاحظ فيما سبق أن الخطأ المطلق في قياس الفصل أكبر من الخطأ المطلق في قياس طول القلم وعلى الرغم من ذلك نجد أن الخطأ النسبي في قياس طول الفصل أقل. وهذا يدل على أن قياس طول الفصل أكثر دقة من قياس طول القلم.



نتيجة: يعتبر الخطأ النسبي هو الأكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق، ويكون القياس أكثر دقة كلما كان الخطأ النسبي أصغرًا.

(٦) - حساب الخطأ على حالة القياس غير المباشر:

تختلف طريقة حساب الخطأ في حالة القياس غير المباشر، وذلك تبعاً للعلاقة الرياضية أثناء عملية الحساب.

العلاقة الرياضية	مثال	كيفية حساب الخطأ
الجمع	قياس حجم كميّتين من سائل	الخطأ المطلق = الخطأ المطلق في القياس الأول + الخطأ المطلق في القياس الثاني. $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$
الطرح	قياس حجم قطعة نفوذ بطرح حجم الماء قبل وضعها في مخبر مطروح من حجم الماء بعد وضعها في المخبر.	
الضرب	قياس مساحة مستطيل بقياس الطول والارتفاع وإيجاد حاصل ضربيهما.	الخطأ النسبي في القياس = الخطأ النسبي في القياس الأول + الخطأ النسبي في القياس الثاني. $r = r_1 + r_2$
القسمة	قياس كثافة سائل بقياس الكتلة والحجم ثم إيجاد حاصل قسمة الكتلة على الحجم.	

أمثلة وتطبيقات

احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس مساحة مستطيل (A) طول (6±0.1) m وعرض (1.5±0.2) m.

الحل:

$$r_1 = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.1}{6} = 0.017 \quad \text{حساب الخطأ النسبي في قياس الطول}$$

$$r_2 = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{0.2}{1.5} = 0.04 \quad \text{حساب الخطأ النسبي في قياس العرض}$$

$$r = r_1 + r_2 = 0.017 + 0.04 = 0.057 \quad \text{حساب الخطأ النسبي في قياس المساحة}$$

$$r = \frac{\Delta A}{A_0} \quad \text{وحيث أن}$$

فإنه يمكن حساب الخطأ المطلق (ΔA) بضرب الخطأ النسبي في المساحة الحقيقية (A₀)

$$\Delta A = r \times A_0 = (0.057) \times (5 \times 6) = 1.7 \text{ m}^2$$

وبناء على ما سبق تكون مساحة المستطيل هي $A = (30 \pm 1.7) \text{ m}^2$

في تجربة معملية لتحديد كمية فيزيائية (L) التي تتعين من جمع كميتين فيزيائيتين L_1 و L_2 ، إذا كانت:

$$L_1 = (5.2 \pm 0.1) \text{ cm} \quad L_2 = (5.8 \pm 0.2) \text{ cm}$$

احسب قيمة L ؟

الحل:

$$L_0 = (5.2 + 5.8) = 11 \text{ cm}$$

حساب القيمة الحقيقية لـ (L)

$$\Delta L = (0.1 + 0.2) = 0.3 \text{ cm}$$

حساب الخطأ المطلق

$$\therefore L = (11 \pm 0.3) \text{ cm}$$

احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس حجم متوازي مستطيلات إذا كانت نتائج قياس

أبعاده على النحو التالي:

البعث	الكمية المقاسة (cm)	الكمية الحقيقية (cm)
الطول (x)	4.3	4.4
العرض (y)	3.3	3.5
الارتفاع (z)	2.8	3

الحل:

أولاً: حساب الخطأ النسبي:

$$r_1 = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{|4.4 - 4.3|}{4.4} = 0.023$$

حساب الخطأ النسبي في قياس الطول

$$r_2 = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{|3.5 - 3.3|}{3.5} = 0.057$$

حساب الخطأ النسبي في قياس العرض

$$r_3 = \frac{\Delta z}{z_0} = \frac{|3 - 2.8|}{3} = 0.067$$

حساب الخطأ النسبي في قياس الارتفاع

$$r = r_1 + r_2 + r_3 = 0.023 + 0.057 + 0.067 = 0.147$$

حساب الخطأ النسبي في قياس الحجم

ثانياً: حساب الخطأ المطلق:

حساب الحجم الحقيقي لمتوازي المستطيلات (V_0)

$$V_0 = x_0 y_0 z_0 = 4.4 \times 3.5 \times 3 = 46.2 \text{ cm}^3$$

$$r = \frac{\Delta V}{V_0}$$

$$\Delta V = r V_0$$

$$\Delta V = 0.147 \times 46.2 = 6.79 \text{ cm}^3$$



الأنشطة والتدريبات

الفصل الأول

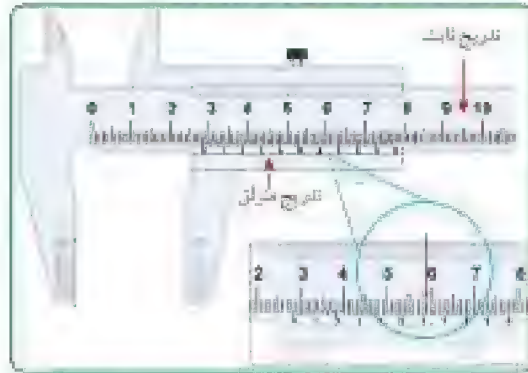
القياس الفيزيائي

أولاً - التجارب العملية

قياس الأطوال،

فكرة التجربة:

يحتاج الإنسان إلى قياس أطوال مختلفة، بعضها كبير مثل طول سور حديقة، وبعضها صغير مثل سمك لوح معدني رقيق؛ لذلك تستخدم أدوات قياس مختلفة تناسب كل حالة. قياس الأطوال باستخدام القدمة ذات الورنية،



تتكون القدمة ذات الورنية من تدريج منزلق (ورنية) يتحرك بمحاذاة تدريج آخر ثابت، ويقسم تدريج الورنية إلى عدة أقسام قيمة كل قسم أصغر قليلاً من قيمة القسم على التدريج الثابت.

حيث إن: القسّم الواحد على التدريج الثالث = 1 mm ، (الوحدة mm تعني ميليمتر)، بينما القسّم الواحد على التدريج المنزلق = 0.9 mm ، وبالتالي فإن القسّم على التدريج المنزلق (الورنية) يقل بمقدار 0.1 mm عن نظيره الثابت، ولذلك نحسب قراءة الورنية بضرب عدد الأقسام في (0.1 mm) .

الأمان والسلامة



لوائح السلامة الشخصية

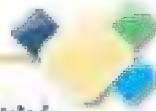
- في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على أن:
- تقيس الأطوال بدقة.
- تعرف أدوات قياس الأطوال.

المهارات القابلة للتطبيق

- مهارة القياس
- مهارة استخدام القدمة ذات الورنية
- $\left(\frac{1}{100} \right)$ من التيسر.

المواد والأدوات

- مسطرة مترية - شريط متري - القدمة ذات الورنية - شريحة زجاجية - فلم رصاص.



خطوات العمل:

- ١) يوضع الجسم بين فكي القدمة، ويضغط عليه ضغطاً خفيفاً.
- ٢) نقرأ التدرج الرئيس الذي يسبق صفر الورنية، وليكن 28 mm
- ٣) نبحث عن الخط بالورنية الذي ينطبق على قسم من أقسام التدرج الثابت، وليكن الخط السادس؛ لذلك نضيف $(6 \times 0.1 = 0.6 \text{ mm})$ إلى القراءة السابقة، فيصبح الطول المقاس:

$$28 \text{ mm} + 0.6 \text{ mm} = 28.6 \text{ mm}$$

قياس أطوال مختلفة:

- ١) لمعرفة طول جسم ما لابد أولاً من تحديد أداة القياس المناسبة لقياس هذا الطول.

ضع علامة (✓) أمام أداة القياس المناسبة لقياس الأضوال التالية:

الطول المراد قياسه	أداة القياس		
	القدمة ذات الورنية	المسطرة	الشريط المرن
			
طول غرفة الفصل			
عرض الكتاب			
سمك شريحة زجاجية			
قطر القدم الرصاص			

- ٢) بعد تحديد أداة القياس المناسبة يمكنك الآن استخدامها في إجراء عملية القياس، ويفضل تكرار القياس عدة مرات وحساب المتوسط، وذلك لتحقيق الدقة في القياس.

النتائج:

الطول المراد قياسه	نتائج القياس			
	القياس الأول	القياس الثاني	القياس الثالث	المتوسط
طول غرفة الفصل				
عرض الكتاب				
سمك شريحة زجاجية				
قطر القدم الرصاص				



(٣) قياس مساحة الأسطوانة:

فكرة التجربة:

الأسطوانة هي عبارة عن مجسم له قاعدتان متوازيتان ومتطابقتان. كل منهما عبارة عن سطح دائرة، أما السطح الجانبي فهو عبارة عن سطح منحني يسمى سطح أسطواني.

كيفية حساب مساحة الأسطوانة:

إذا فرضنا أن نصف قطر قاعدة الأسطوانة هو (r) ، وارتفاعها (h) فإن:

➤ مساحة القاعدة = πr^2

➤ المساحة الجانبية = محيط القاعدة \times الارتفاع = $2\pi r h$



نصف القطر (r)

الأمان والسلامة:

نواحي التحذير (الملاحظات):

- ❖ في نهاية هذا النشاط تكون قانزا على أن:
- ❖ تعين مساحة الدائم.
- ❖ تعين المساحة الجانبية للأسطوانة.
- ❖ تعين المساحة الكلية لجسم أسطواني.

الاستنتاجات المتوقعة (النتائج):

- ❖ الدقة في القياس.
- ❖ تناول الأدوات.

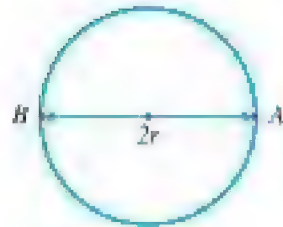
الملاحظات والملاحظات:

عليه أسطوانة الشكل - ورقه حوى -
مقطع - ورق مربعات - مسطرة

(أ) تعيين مساحة قاعدة الأسطوانة:

خطوات العمل:

- ١- ضع قاعدة الأسطوانة على ورقة المربعات، ثم حدد مكانها على الورقة بقلم رصاص بالدوران حول محيطها.
- ٢- ارفع الأسطوانة، ثم عين قطر قاعدة الأسطوانة $(2r)$ باستخدام المسطرة المترية.



- ٣- احسب نصف القطر (r) ، ثم احسب مساحة الدائرة (πr^2) ، فتكون هي مساحة قاعدة الأسطوانة.

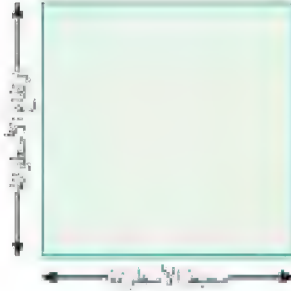
(ب) تعيين المساحة الجانبية للأسطوانة:

خطوات العمل:

- ١- قس ارتفاع الأسطوانة، وليكن (h) .
- ٢- احسب محيط القاعدة من العلاقة: المحيط = $2\pi r$.
- ٣- المساحة الجانبية = $2\pi r \times h$.

(جد) حساب المساحة الجانبية للأسطوانة بطريقة أخرى -

خطوات العمل:



- ١ لف الورق المقوى حول الأسطوانة لفًا واحدًا بدون أي زيادة.
- ٢ افرد الورق المقوى الذي لف الأسطوانة، فتحصل على مستطيل عرضه يمثل محيط الأسطوانة، وارتفاعه يمثل ارتفاع الأسطوانة.
- ٣ قس طول هذا المحيط.
- ٤ اضرب طول المحيط \times الارتفاع، فتحصل على قيمة المساحة الجانبية للأسطوانة.

النتائج:

- ١ طول القطر $BA = 2r$
- ٢ طول نصف القطر $= r$
- ٣ طول المحيط $= 2\pi r$

تحليل النتائج:

- ١ مساحة القاعدة $= \pi r^2$
- ٢ ارتفاع الأسطوانة $= h$
- ٣ المساحة الجانبية $= h \times 2\pi r$
- ٤ المساحة الكلية $= 2\pi r^2 + 2\pi rh$

ثانيًا - الأنشطة التكوينية:



- ١ اكتب بحثًا مدعّمًا بالصور التوضيحية عن بعض أدوات القياس في العراجل التاريخية المختلفة، بحيث يتضمن البحث معلومات عن: التركيب - أساس العمل - كيفية الاستعمان.
- ٢ صمم وتقدّم ميزان ذي كفتين باستخدام مواد من خامات البيئة، مثل: حيط، عطينين معدنيين، ساق خشبية، مسامير.



- ٣ صمم ساعة زمنية باستخدام مواد من خامات البيئة مثل: كمية من الرمل، وجاجشين مسابطين، شريط لاصق، ساعة إيقاف.
- ٤ باستخدام شبكة المعلومات أو أي مصدر معلومات متاح لك، أبحث في كيفية إجراء عمليات قياس غير تقليدية، مثل تعيين بعد القمر عن الأرض، ومحيط الكرة الأرضية، وكتلة الكرة الأرضية وكتلة الإلكترون.



ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

١ ما الفرق بين الكمية الفيزيائية الأساسية والكمية الفيزيائية المشتقة ؟

٢ اكتب القراءة الآتية مستخدماً الصيغة المعيارية في كتابة الأعداد :

أ كتلة القيل تعادل 50000 بـ

ب سرعة الضوء في الفراغ تساوي تقريباً $c = 300000000$ m/s

٣ عرف كلًا من : معيار الطول ، معيار الكتلة ، معيار الزمن .

٤ اكمل الجدول التالي :

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	معادلة الأبعاد
السرعة		
	m/s^2	
		MLT^{-2}
الكثافة		

٥ إذا علمت أن : الشغل = $\frac{1}{2}mv^2$ ، استنتج معادلة أبعاد الشغل .

٦ اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام المسطرة المشرقة لقياس طول جسم ما .

٧ عبر عن المقادير التالية حسب الوحدة الموضحة أمام كل منها مستخدماً الصيغة المعيارية في كتابة الأعداد .

أ mg بالكيلو جرام ،

ب 3×10^{-6} s بالمللي ثانية ،

ج 88 km بالمتر



٨) إذا كان قطر شعرة رأس الإنسان في حدود 0.05 mm ، فاحسب هذا القطر بالمتر.

٩) جسم كتلته $1 \text{ kg} \pm 0.5 \text{ kg}$ يتحرك بسرعة $1 \text{ m/s} \pm 20 \text{ m/s}$ احسب الخطأ في قياس كمية تحرك الجسم (كمية التحرك = الكتلة \times السرعة).

١٠) أكمل خريطة المفاهيم:



١١) حل الكلمات المتقاطعة التالية:

اختيار:

(١) كتلة أسطوانة من سبيكة البلاتين ثيريدوم ذات أبعاد محددة محفوظة في المكتب الدولي للقياس.

(٢) كمية لا تعرف بدلالة كميات فيزيائية أخرى.

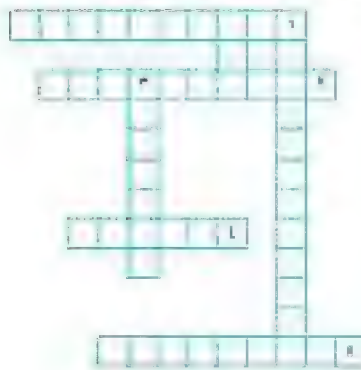
(٣) عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.

(٤) كمية فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية.

رياضيات:

(١) المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة البلاتين - ثيريدوم محفوظة عند درجة صفر سيلزيوس.

(٢) $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسي المتوسط.





الفصل الثاني

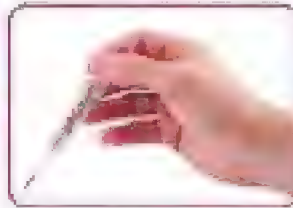
الكميات القياسية والكميات المتجهة

Scalar quantities & Vector quantities

إذا ذكرنا أن جسمًا درجة حرارته (37°C) فهذه معلومة كاملة، لكن إذا ذكرنا أن سيارة تتحرك بسرعة (50 km/h) فنحن ذكرنا المقدار ووحدة القياس ويبقى التساؤل: في أي اتجاه تتحرك السيارة؟ هل إلى الشرق أم إلى الغرب أم في أي اتجاه؟ عندئذ يمكن كتابة سرعة السيارة بصورة كاملة (50 km/h شرقًا) وبهذا يكون قد تم تحديد المقدار والاتجاه معا ليكتمل المعنى فالسرعة لذلك كمية متجهة.



شكل (٢١١): سرعة تعرف بمقدارها واتجاهها



شكل (٢١٢): درجة الحرارة تعرف بمقدارها فقط

بناءً على ما سبق يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية إلى:

أ. كمية قياسية: وهي كمية فيزيائية تعرف تمامًا بمقدارها فقط وليس لها اتجاه. مثل: المسافة، الكتلة، الزمن، درجة الحرارة، الطاقة

ب. كمية متجهة: وهي كمية فيزيائية تعرف تمامًا بمقدارها واتجاهها معًا. مثل: الإزاحة، السرعة، العجلة، القوة

يرجى توافقي على مواقع الكتاب

الفرق بين الكمية القياسية والكمية المتجهة

موقع المتجه في الفصل

- في نهاية هذا الفصل تشرح (تأخذ) على أن:
- تفرق بين الكمية القياسية والكمية المتجهة.
- تعرف ضرب القياس للكميات المتجهة.
- تعرف ضرب الاتجاه للكميات المتجهة.

محتويات الفصل

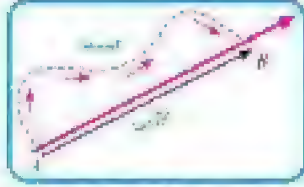
- كمية قياسية: Scalar quantity
- كمية متجهة: Vector quantity
- المسافة: Distance
- الإزاحة: Displacement
- الضرب القياسي: Scalar Product (Dot Product)
- الضرب الاتجاهي: Vector Product (Cross Product)

مستند الفيزياء الإلكترونية

- موقع إلكتروني:
- الكميات القياسية والكميات المتجهة
- <http://www.sagepub.com/01303-01303>

Distance and Displacement

١- الفرق بين المسافة والإزاحة



شكل (١.٢) توضيح الفرق بين المسافة والإزاحة

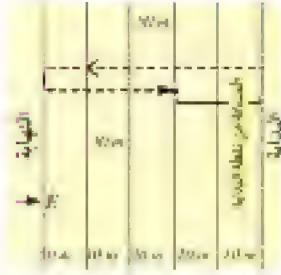
تعرف المسافة بأنها طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع إلى آخر، وتعتبر المسافة كمية قياسية يلزم معرفة مقدارها فقط،
وبين الرابط المقابل مفهوم الإزاحة:



"الإزاحة هي المسافة المستقيمة في اتجاه معين من نقطة بداية إلى نقطة نهاية".

مثال تطبيقي

تحرك عداء إزاحة مقدارها (50 m) غرباً ثم تحرك في عكس الاتجاه إزاحة مقدارها (30 m) شرقاً، احسب المسافة والإزاحة التي قطعها هذا العداء.



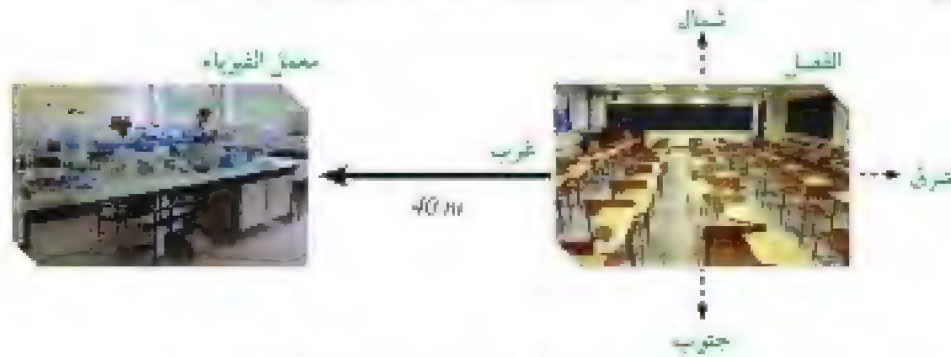
شكل (١.٣) مثال حركة العداء

الحل:
أولاً: المسافة المقطوعة : $s = 50 + 30 = 80 \text{ m}$
ثانياً: الإزاحة المقطوعة : $d = +50 - 30 = +20 \text{ m}$
حيث اعتبرنا الإزاحة إلى الغرب موجبة والإزاحة إلى الشرق سالبة
وتبين النتيجة أن الجسم حدث له في النهاية إزاحة مقدارها (20 m) في اتجاه الغرب.

Representing vector quantities

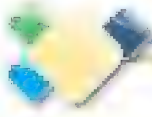
٢- تمثيل الكميات المتجهة

إذا طلب منك المعلم تحديد موقع معمل الفيزياء بالنسبة لموقع فصالتك، فإنت ستقول مثلاً بأن المعمل يقع على بعد (40 m) غرباً من الفصل، وتسمى هذه الكمية متجه الموقع لمعمل الفيزياء.



شكل (٢.١) مخطط يوضح تحديد موقع باستخدام المتجهات

من خلال المثال السابق تم تمثيل المتجه بقطعة مستقيمة موجهة طولها يتناسب مع قيمة المتجه، وتبدأ من نقطة البداية وتشير نحو نقطة النهاية، ويرمز عادة للمتجه بحرف (A)، أو بحرف عادي وقوفه سهم صغير (A).



التمثيل البياني للمتجهات:

يتم تمثيل المتجهات برسم قطعة مستقيمة موجهة يعطيان رسم مناسب، بحيث:

- ♦ يمثل طول القطعة المستقيمة الموجهة مقدار الكمية المتجهة.
- ♦ يمثل اتجاه القطعة المستقيمة الموجهة اتجاه الكمية المتجهة.



شكل (١٦) التمثيل البياني للمتجهات

بعض أساسيات جبر المتجهات:

- ١) نعتبر أن المتجهين متساويين إذا تساوى في المقدار وكان لهما نفس الاتجاه وإن اختلفت نقطة البداية لكل منهما.
- ٢) المتجه \vec{A} هو متجه قيمته العددية تساوي القيمة العددية للمتجه \vec{A} ولكن في عكس اتجاهه. ماذا يحدث إذا ضربنا المتجه في (-1) ؟

محصلة (جمع) المتجهات:

عندما تؤثر قوتان أو أكثر على جسم ما، ففي أي اتجاه تتوقع أن يتحرك الجسم ؟ وما مقدار القوة التي تحركه ؟



شكل (١٧) القوة المحصلة من تأثير قوتين

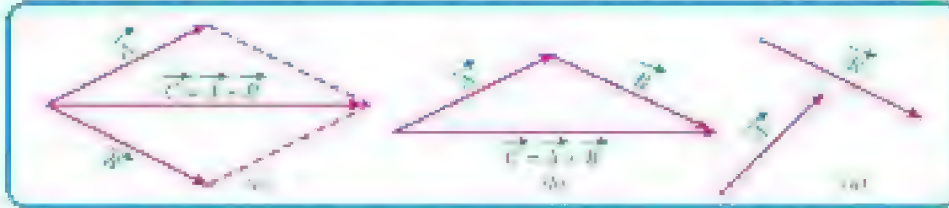
تسمى القوة التي تؤثر على جسم نتيجة تأثير عدة قوى بمحصلة القوى. ويحدد اتجاهها بالاتجاه الذي يتحرك فيه الجسم.

القوة المحصلة: هي قوة وحيدة تحدث في الجسم الأثر نفسه الذي تحدثه القوى الأصلية المؤثرة عليه.

وبصورة عامة فإن جمع متجهين يتم بطريقتين:

♦ يرسم المثلث كما في (شكل ١٨ ب).

♦ يرسم متوازي أضلاع يكون فيه A و B ضلعين متجاورين فيكون القطر ممثلاً لمحصلة المتجهين، كما في (شكل ١٨ ج).



شكل (١٨) جمع المتجهات

تدريبات حياتية

حدد اتجاه محصلة القوتين F_1 و F_2 في كل صورة بفرس تساوي القوتين، وإذا علمت أن هناك قوة ثالثة مساوية في المقدار للقوة المحصلة ومضادة لها في الاتجاه تؤثر على نفس الجسم، هل يتحرك الجسم في كل صورة؟ ولماذا؟



مثال محلول

أوجد محصلة قوتين إحداهما في الاتجاه محور (x) وهي $(F_1 = 4 \text{ N})$ والأخرى في اتجاه محور (y) هي $(F_2 = 3 \text{ N})$ كما هو مبين بالرسم.

الحل:

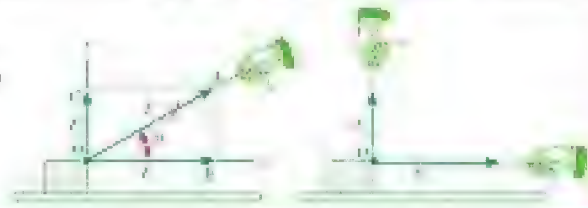
نكمل متوازي الأضلاع فنحصل على مستطيل لأن القوتين متعامدتان. ثم نصل القطر فيمثل المحصلة F كما هو مبين. بتطبيق نظرية فيثاغورس نجد أن المحصلة F يمكن إيجاد القيمة العددية لها من العلاقة:

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2 = 16 + 9 = 25$$

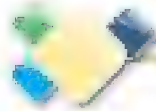
$$\therefore F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ N}$$

$$\tan \theta = \frac{F_2}{F_1} = \frac{3}{4}$$

$$\therefore \theta = 36.87^\circ$$



(إيجاد محصلة قوتين)

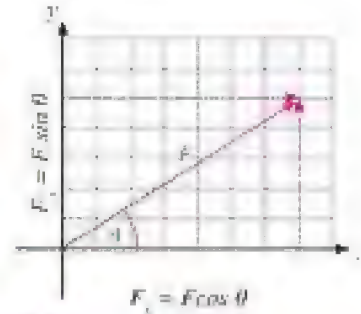


تحليل المتجهة

يعتبر تحليل المتجه هو العملية العكسية لجمع المتجهات، ففي الشكل التالي طفلة تجر أخرى بواسطة حبل في اتجاه يصنع زاوية (θ) مع الأفقى، ويمكن تحليل القوة (F) إلى قوتين متعامدتين على محوري (x, y) وبالتالي:

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$



شكل (١٩) تحليل القوا

Product of vectors

٢- ضرب المتجهات

توجد صورتان مختلفتان لضرب المتجهات منها:

أولاً، الضرب القياسي

حاصل الضرب القياسي بين متجهين \vec{A} و \vec{B} يساوي:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

ويكون الناتج كمية قياسية تساوي حاصل ضرب القيمة العددية للأول

(A) في القيمة العددية للثاني (B) في جيب تمام الزاوية بين المتجهين

($\cos \theta$) وتسمى النقطة بين المتجهين $\cos \theta$

ثانياً، الضرب الاتجاهي

الضرب الاتجاهي بين متجهين \vec{A} و \vec{B} يساوي:

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \vec{n}$$

أي يساوي حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول (A) في القيمة العددية للمتجه الثاني (B) في جيب

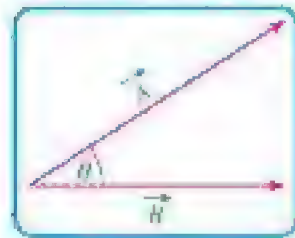
الزاوية بينهما ($\sin \theta$) في \vec{n} .

حيث: \vec{n} وحدة متجهات في اتجاه عمودي على المستوى الذي يشمل المتجهين \vec{A} و \vec{B}

ومعنى ذلك أن المتجه \vec{C} الناتج يكون في اتجاه \vec{n} العمودي على المستوى الذي يجمع المتجهين \vec{A} و \vec{B}

وتسمى العلامة (\times) بين المتجهين Cross، ويحدد اتجاه \vec{C} بقاعدة تسمى "قاعدة اليد اليمنى" شكل

(٢١)، وذلك بتحريك أصابع اليد اليمنى من المتجه الأول نحو المتجه الثاني عبر الزاوية الأصغر بينهما،



شكل (٢٠) المتجهين \vec{A} و \vec{B}



شكل (٩٩): طريقة تحديد اتجاه حاصل الضرب الاتجاهي لقاعدتي المتجهات

فيكون الاتجاه مشيراً لاتجاه حاصل الضرب الاتجاهي لهما.

ويلاحظ أنه في حالة الضرب الاتجاهي يكون:

$$\vec{B} \times \vec{A} = -\vec{A} \times \vec{B}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{B} \times \vec{A}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

مثال محلولة

$$A = 5$$

$$B = 10$$

إذا كانت القيمة العددية للمتجهين \vec{A} و \vec{B} هي

$$\vec{A} \times \vec{B}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B}$$

أوجد قيمة كل من:

علماً بأن الزاوية بينهما تساوي 60°

$$\cos 60^\circ = 0.5$$

$$\sin 60^\circ = 0.866$$

الحل:

أولاً:

$$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} = 5 \times 10 \times 0.5 = 25$$

ثانياً:

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \rightarrow (5 \times 10 \times 0.866) \rightarrow$$

$$\vec{C} = 43.3 \rightarrow$$

حيث \vec{C} متجه القيمة العددية تساوي 43.3 في الاتجاه \vec{n} العمودي على المستوى الذي يشمل المتجهان \vec{A} و \vec{B}

زيارة ميدانية:



تعتبر مصلحة المقياس والميزان إحدى بيوت الخبرة في جمهورية مصر العربية بالنسبة لإجراء المعايرة والمعايرة القانونية لأجهزة وآلات وأدوات الوزن والقياس والميزان، كما تختص بعمليات الرقابة والتفتيش، ويوجد لها (١٤) فرع في كافة محافظات الجمهورية، فم زيارة ميدانية لفرع المصلحة الموجود في محافظة الجيزة. كما يمكنك زيارة المعهد القومي للمعايير والقياس بمحافظة الجيزة والذي يقوم بتطوير المعايير القومية للقياسات الفيزيائية والتحويل على استمرار مطابقتها للمعايير الدولية.



الأنشطة والتدريبات

الفصل الثاني

الكميات القياسية والكميات المتجهة

أولاً - التجارب العملية:

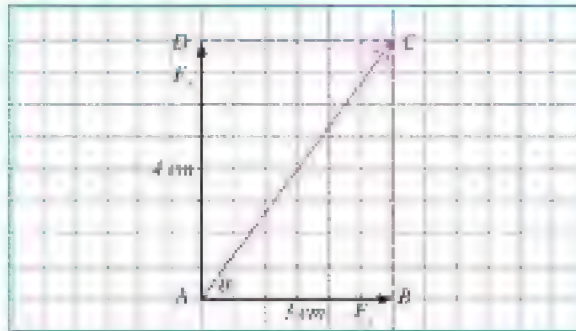
إيجاد محصلة قوتين:

$$F_1 = 3 \text{ N}$$

أوجد محصلة القوتين المتعامدتين

$$F_2 = 4 \text{ N}$$

خطوات العمل:



١- ارسم على ورقة المربعات خطاً أفقياً (AB) طوله (3 cm) يمثل القوة الأولى.

٢- ارسم في اتجاه عمودي على الخط الأول من النقطة (A) خطاً (AD) على ورقة المربعات طوله (4 cm) يمثل القوة الثانية.

٣- أكمل المستطيل.

٤- صل القطر (AC)، فيمثل المحصلة مقداراً واتجاهاً.

٥- قس طول المستقيم (AC)، فيمثل مقدار المحصلة.

٦- قس قيمة الزاوية (BAC) التي تحدد اتجاه المحصلة بالنسبة للقوة الأولى (F).

الأمان والسلامة:



فهمنا للتعليم المتخصص:

في نهاية هذا النشاط نكون قادرين على أن:
◀ نوجد محصلة قوتين متعامدتين.

المتطلبات التي يجب تحقيقها:

◀ مهارة استخدام الأدوات الهندسية.
◀ رسم محصلة قوتين وإيجاد قيمتها.

المواد والأدوات:

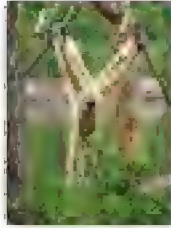
ورقة مربعات - فرجار - مقلة - مسطرة مدرجة.

٧ احسب قيمة المحصلة من علاقات المثلث قائم الزاوية، حيث $(AC^2 = AB^2 + BC^2)$

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2$$

٨ قارن النتيجة لمحصلة القوتين.

ثانيًا - الأنشطة التكوينية



ما القوى المؤثرة على
هذا الكائن؟

١ صمم ألبرم صور يوضح تأثير عدة قوى على أجسام مختلفة، وتعاون مع زملائك

في تحديد اتجاه القوى المحصلة في كل صورة.

٢ اكتب قائمة بالكميات القياسية وأخرى بالكميات المتجهة شائعة الاستخدام

في حياتنا اليومية.

٣ اكتب بحثاً عن أهمية علم الرياضيات في دراسة الفيزياء مستشهداً بموضوع

الضرب القياسي والضرب الاتجاهي.

ثالثًا - الأسئلة والتدريبات

١ ما الفرق بين الكمية القياسية والكمية المتجهة؟

.....

٢ ما المقصود بأن إزاحة السيارة (500 m) شمالاً؟

.....

٣ احسب حاصل الضرب القياسي والاتجاهي لتجهين $AB = 8\text{ N}$ ، $AD = 6\text{ N}$ والزاوية بينهما $(\theta = 45^\circ)$

.....

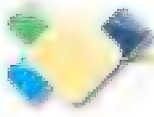
٤ استعن بالمسطرة والمثقلة لإيجاد محصلة متجهين يخرجان من نقطة واحدة، مقدار الأول (3 cm)

ومقدار الآخر (4 cm) والزاوية بين اتجاهيهما (115°)

.....

.....

.....

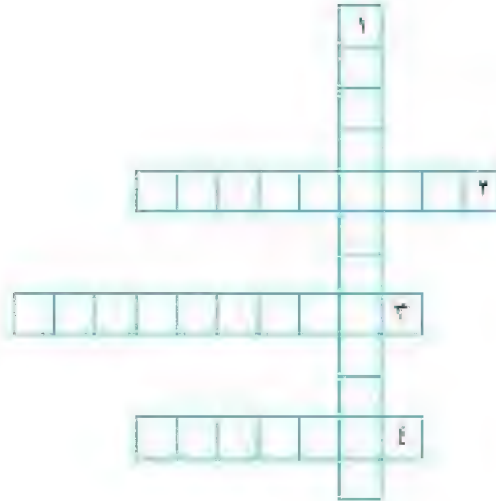


٥) متى يكون المجموع الاتجاهي لعدة متجهات مساوياً للصفر؟

٦) متى يكون حاصل طرح متجهين مساوياً للصفر؟

٧) متى يكون حاصل الضرب القياسي لمتجهين مساوياً للصفر؟

٨) أكمل الكلمات المقطوعة:



أولاً

(٢) كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها واتجاهها معاً.

(٣) كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها فقط.

(٤) المسافة المستقيمة في اتجاه معين من نقطة بداية إلى نقطة نهاية.

ثانياً

(١) قوة وحيدة تحدث في الجسم الأثر نفسه الذي تحدثه القوة الأصلية المؤثرة عليه.

تدريبات عامة على الباب الأول

اسئلة تقويمية:

١) تخير الإجابة الصحيحة مما يأتي:

٢) الكمية المشتقة فيما يلي هي:

(الطول - الكتلة - الزمن - السرعة)

٣) في النظام الدولي يتخذ الأمتير وحدة أساسية لقياس:

(شدة التيار الكهربى - الشحنة الكهربائية - الطول - شدة الإضاءة)

٤) معادلة أبعاد العجلة هي:

$$(LT - LT^{-1} - LT^{-2} - L^2T^{-2})$$

٥) اكتب معادلة أبعاد كل من: القوة - الشغل - الضغط (يساوى القوة على المساحة)

٦) اكتب القراءات الآتية مستخدمًا الصيغة المعيارية في كتابة الأعداد:

٧) نصف قطر الكرة الأرضية = $6000000m$ ٨) نصف قطر ذرة الهيدروجين = $0.00000000005m$

٩) ما الفرق بين مفهوم المسافة ومفهوم الإزاحة؟ وضح بمثال.

١٠) احسب المسافة والإزاحة عندما يتحرك جسم على محيط

دائرة نصف قطرها $(7m)$ من (A) إلى (B) ، وما مقدار الإزاحةوالمسافة عندما يعود مرة أخرى إلى (A) .١١) أوجد محصلة القوتين المتعامدتين (F_1, F_2) مقدارًا واتجاهًا

(علمًا بأنهما يتخرجان من نقطة واحدة):

$$F_1 = 8N$$

$$F_2 = 6N$$

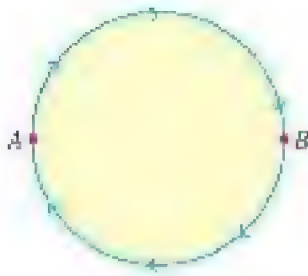
وضح الإجابة برسم المتجهات.

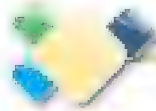
١٢) مكعب طول ضلعه $(5cm)$ أوجد الخطأ النسبي في تقدير حجمهإذا علمت أن الخطأ النسبي في تقدير الطول كان (0.01) ، وأوجد

أيضًا قيمة الخطأ المطلق في هذه الحالة.

١٣) اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام المسطرة

المتحركة لقياس طول جسم ما.





٩٦ في امتحان مادة الفيزياء ، كتب طالب المعادلة التالية:

(السرعة بوحدة m/s) = (المعجلة بوحدة m/s^2) \times (الزمن بوحدة s) استخدم معادلة الأبعاد لإثبات صحة هذه العلاقة.

٩٧ وضع أينشتاين معادلته الشهيرة $E = mc^2$ حيث c سرعة الضوء و m الكتلة. استخدم هذه المعادلة لاستنتاج وحدات النظام الدولي SI للمقدار (E) .

٩٨ مستعياً بمعادلات الأبعاد للكميات الفيزيائية ، أثبت صحة العلاقة: $v_f^2 = v_i^2 + 2 a d$ حيث (d) الإزاحة التي يقطعها جسم متحرك بسرعة ابتدائية (v_i) وعجلة منتظمة (a) حتى يصل إلى سرعة نهائية v_f .

٩٩ \vec{A} ، \vec{B} متجهان الزاوية بينهما 120° ، مقدار (\vec{A}) يساوي (3) وحدات ، ومقدار (\vec{B}) يساوي (5) وحدات أوجد:

أ حاصل الضرب القياسي لهما ، ب حاصل الضرب الاتجاهي لهما.

١٠٠ نصف قطر كوكب Saturn يساوي $5.85 \times 10^7 m$ وكتلته $5.68 \times 10^{26} kg$

أ احسب كثافة مادة الكوكب بوحدة g/cm^3 .

ب احسب مساحة سطح الكوكب بوحدة m^2 (مساحة السطح = $4\pi r^2$)

١٠١ سفينة تمر في اتجاه الشمال بسرعة $12 km/h$ ، لكنها تنحرف نحو الغرب بتأثير المد والمجزر بسرعة قدرها $15 km/h$ ، احسب مقدار واتجاه السرعة المحصلة للسفينة.

١٠٢ راكب دراجة بخارية يتحرك نحو الشمال بسرعة $80 km/h$ ، بينما تهب الرياح في اتجاه الغرب بسرعة قدرها $50 km/h$. احسب سرعة الرياح الظاهرية كما يلاحظها راكب الدراجة.

١٠٣ إذا كان $x = (5 \pm 0.1) cm$ ، $y = (10 \pm 0.2) cm$ احسب كل من:

أ $x^2 y^2$

ب xy

ج $2x + y$

د $x + y$

ملخص الباب

أولاً، المقاييس الرئيسية:

- ❖ **عملية القياس:** هي مقارنة مقدار كمية فيزيائية بكمية أخرى من نفس النوع لمعرفة عدد مرات احتواء الكمية الأولى على الثانية.
- ❖ **الخطأ المطلق:** هو الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة.
- ❖ **الخطأ النسبي:** هو النسبة بين الخطأ المطلق والقيمة الحقيقية للكمية الفيزيائية المقاسة.
- ❖ **الكمية القياسية:** هي كمية تعرف بمقدارها فقط مثل المسافة والزمن ودرجة الحرارة.
- ❖ **الكمية المتجهة:** هي كمية تعرف بمقدارها واتجاهها معا مثل الإزاحة والسرعة والعجلة والقوة.

ثانياً، العلاقات الرئيسية:

- ❖ **الضرب القياسي:** $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$ حيث θ الزاوية بين المتجهين.
- ❖ **الضرب الاتجاهي:** $\vec{A} \wedge \vec{B} = AB \sin \theta \vec{n}$ حيث \vec{n} وحدة متجهات في اتجاه عمودي على المستوى الذي يجمع \vec{A} و \vec{B}



خريطة الباب



الباب الثاني

الحركة الخطية

Linear Motion

فصول الباب

الفصل الأول : الحركة في خط مستقيم

الفصل الثاني : الحركة بعجلة منتظمة

الفصل الثالث : القوة والحركة

مقدمة الباب

من المفهم في حياتنا اليومية ونحن نتابع الأجسام المتحركة بدءاً من الدراجات والسيارات والطائرات ...
 ان نفهم كيف تتحرك ، وما الذي يسيطر عليها ؟ وكيف يمكن الاستفادة من كل ذلك ؟
 لهذا سيركز هذا الباب على دراسة حركة الأجسام وكيفية التحكم فيها . فندرس المفاهيم الأساسية
 المرتبطة بالحركة في خط مستقيم ومعادلات الحركة بعجلة مستظمة ، والسقوط الحر ، وحركة المقذوفات ،
 كما نستعرض قوانين نيوتن للحركة وبعض تطبيقاتها .

أهداف الباب

في نهاية هذا الباب نكون قادرًا على أن:

- نضع تعريفًا لمفهوم الحركة في خط مستقيم (الحركة المستقيمة).
- نتعرف أنواع الحركة.
- نرسم ونفسر الأشكال البيانية التي توضح العلاقة بين الإزاحة والزمن - السرعة والزمن.
- نترق بين أنواع السرعات المختلفة ونقارن بينها.
- نستنتج معادلات الحركة بعجلة مستظمة.
- نستقصى ونفسر وتحلل الأشكال البيانية المختلفة والمتعلقة بالحركة الخطية.
- نتعرف حركة الأجسام بالسقوط الحر.
- نستنتج الحركة في بعدين مثل: حركة المقذوفات.
- نصمم تجربة لتحديد عجلة الجاذبية الأرضية.
- نطبق العلاقة بين القوة والكتلة والعجلة.
- نفسر ظاهرة الفعل ورد الفعل.

مبادئ العلم وممارسات التفكير العلمي

- التفسير العلمي.
- الاستنتاج.
- المقارنة.
- التصنيف.
- التطبيق.

المجالات التي يمكن الاستفادة منها

- تقدير جهود كل من جاليليو ونيوتن في اكتشاف قوانين الحركة.
- الوعي بخطورة حركة السيارات بسرعات كبيرة.
- تقدير دور العلم وتطبيقاته في تطور وسائل النقل المختلفة ودراسته حركتها.



الفصل الأول

الحركة في خط مستقيم

Motion in a Straight Line

إذا تأملنا الأجسام من حولنا، فسنجد أن بعضها ثابت وبعضها متحرك، ومن الضروري ونحن نتابع حركة الأجسام المختلفة أن نفهم ونصف تلك الحركة. ففي حالة غياب طرق لوصف الحركة وتحليلها يتحول السفر بواسطة السفن، والقطارات، والطائرات إلى فوضى فالازمة والسرعات هي التي تحدد جداول مواعيد انطلاق ووصول وسائل النقل على اختلافها، وبناء على ما سبق نحاول في هذا الفصل التعرف على مفهوم الحركة والكميات الفيزيائية اللازمة لوصفها.



شكل (1) : مثالاً لوصف الحركة على وسائل النقل المختلفة*

Motion

١- الحركة

يوضح الشكل التالي شريطاً سينمائياً يحدد مواضع قار خلال فترات زمنية متساوية، هل القار متحرك أم ساكن؟



شكل (٢) : تغير موضع القار بمرور الزمن

مفاهيم أساسية

- في نهاية هذا الفصل تكون قادراً على:
 - ◀ وضع تعريفاً لمفهوم الحركة في خط مستقيم.
 - ◀ شرح أنواع الحركة.
 - ◀ رسم وتفسير الأشكال البيانية التي توضح العلاقة بين الإزاحة والزمن - السرعة والزمن.
 - ◀ تفرق بين أنواع السرعات المختلفة وتقارن بينها.
 - ◀ تستطقي وتفسر وتحلل الأشكال البيانية المختلفة المتعلقة بالحركة الخطية.

مفاهيم أساسية

- ◀ الحركة Motion
- ◀ السرعة المتعدية Speed
- ◀ السرعة المتجهة Velocity
- ◀ السرعة المتوسطة Uniform velocity
- ◀ السرعة اللحظية Instantaneous velocity
- ◀ العجلة Acceleration

تجارب أساسية

- ◀ قيام تلميذ بحساب السرعة من العلاقة بين (الإزاحة - الزمن).

http://www.ck12.org/physics/Motion_in_a_Straight_Line/



شكل (13) حركة قطار نوع "أ" للحركة في خط مستقيم إلى كثر من المساطن لا يمر قطار السكة الحديد تجاهها لسفارات طريقه

الحركة هي التغير المحدث في موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة لموضع جسم آخر، فعندما يتغير موضع جسم خلال فترة من الزمن يكون الجسم قد تحرك، وإذا كانت الحركة في اتجاه واحد، أي تأخذ مسارًا مستقيمًا سميت الحركة عندئذ بالحركة في خط مستقيم وهي تمثل أبسط أنواع الحركة.

أضف إلى معلوماتك



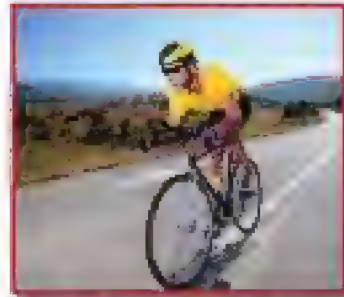
➡ **مختلفة الحركة:** يمكن تمثيل حركة جسم بالقطاعات سلسلة من الصور المتتابعة له في فترات زمنية متساوية، ويمكن تجميع هذه الصور في صورة واحدة تسمى بـ "مخطط الحركة"

أنواع الحركة:

يمكن تصنيف الحركة إلى نوعين رئيسيين، هما: الحركة الانتقالية، والحركة الدورية.



شكل (14) الحركة الدورية



شكل (15) الحركة الانتقالية

تكملة معلوماتك

صنف حركة الأجسام التالية في انتقالية ودورية:

- حركة بندول الساعة
- حركة السند وعاء
- حركة القطار من
- حركة فرع الشجرة في نائلا

➤ **الحركة الانتقالية:** هي حركة تتميز بوجود نقطة بداية ونقطة نهاية مثل: الحركة في خط مستقيم وحركة المقاديفات وحركة وسائل المواصلات.

➤ **الحركة الدورية:** هي حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية، مثل: الحركة في دائرة والحركة الاهتزازية



Velocity

٢- السرعة

تتحرك الأجسام من حولنا فبعضها بأنه بطيء، وبعضها الآخر بأنه سريع، إلا أن هذه الأوصاف لا تكون دقيقة من الناحية العلمية، لوصف حركة جسم لا بد من تقديرها بصورة كمية، من خلال مفهوم "السرعة".
للتعرف على معنى "السرعة" ندرس مخطط الحركة التالي لحساب الإزاحة التي يقطعها الرياضي في الثانية الواحدة.



شكل (١) - مخطط يوضح حركة رياضي

من دراسة هذا المخطط يمكن رصد العلاقة بين الإزاحة والزمن في الجدول التالي:

الزمن (s)	0	1	2	3	4	5	6
الإزاحة (m)	0	5	10	15	20	25	30

ومن الجدول يمكن أن نتوصل إلى أن هذا الشخص يقطع إزاحة مقدارها (5 m) كل ثانية، ويعرف هذا المقدار بالسرعة (v)، والتي تحسب من العلاقة:

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad \text{السرعة} = \frac{\text{التغير في الإزاحة}}{\text{زمن التغير}}$$

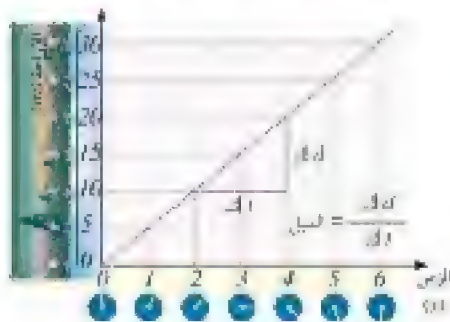
وبتطبيق هذه العلاقة على المثال السابق نحسب السرعة على النحو التالي:

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - 5}{2 - 1} = \frac{5}{1} = 5 \text{ m/s}$$

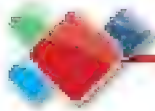
السرعة: هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة، أو هي المعدل الزمني للتغير في الإزاحة، وتقاس السرعة بوحدة متر / ثانية (m/s) أو كيلومتر / ساعة (km/h).

تمثيل العلاقة بين الإزاحة والزمن بيانياً

يمكن تمثيل العلاقة بين الإزاحة (على المحور الرأسي) والزمن (على المحور الأفقي) على النحو التالي:



- ♦ ارسم خطاً رأسيّاً يمر بالنقطة (1s) على محور الزمن.
- ♦ ارسم خطاً أفقيّاً يمر بالنقطة (5 m) على محور الإزاحة.
- ♦ حدد نقطة تقاطع الخط الرأسي مع الخط الأفقي.
- ♦ كرر الخطوات السابقة مع باقي نقاط الزمن والإزاحة.
- ♦ ارسم أفضل خط مستقيم يمر بنقاط التقاطع.
- ♦ حدد السرعة بحساب ميل الخط المستقيم (slope).

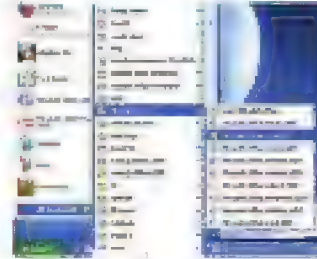


مصادر التعلم الإلكترونية

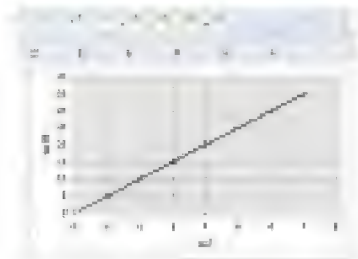
تمثيل العلاقة بين الإزاحة والزمن باستخدام الحاسب الآلي:

الزمن (s)	الإزاحة (cm)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
6	30

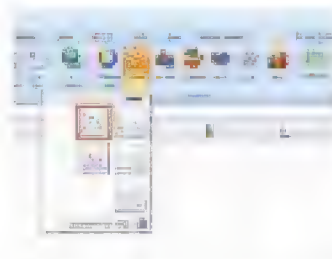
(١) أدخل بيانات الزمن في العمود الأول، ثم بيانات الإزاحة في العمود الثاني ثم قم بتقليل البيانات



(٢) اخرج برنامج الأكسيل (Excel) ثم اخرج البرنامج وحفظه



(٣) أظهر لك الشكل النهائي للرسم النهائي، ومنه احسب السرعة بحساب الميل

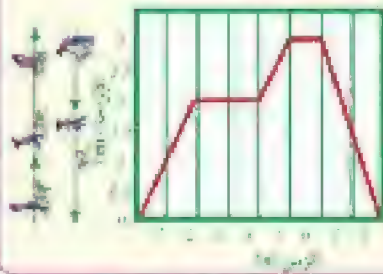


(٤) اخرج البرنامج ثم حدد نوع الرسم الجانبي المظهر واللون الأحمر

وكن التفكير

يعبر الشكل البياني عن حركة فتاة بداية من منزلها حتى عودتها مرة أخرى.

أدرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية:



→ متى توقفت الفتاة؟

→ ما أكبر سرعة تحركت بها الفتاة؟

→ لماذا تكون سرعة عودتها مساوية؟

→ ما الفرق بين الإزاحة والمسافة التي قطعتهما الفتاة؟

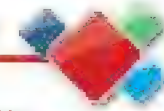
أنواع السرعة

(١) السرعة العددية والسرعة المتجهة (Speed & Velocity)



شكل (١) - هل يقيس عداد السيارة سرعة عددية أم متجهة؟ ولماذا؟

عندما تركب السيارة يمكنك أن تلاحظ وجود عداد أمام السائق يتحرك مؤشره يميناً ويساراً، ويحدد هذا العداد مقدار سرعة السيارة (مثلاً 80 km/h) ولا يقيسنا بأي شيء في تحديد اتجاه حركتها. ويسمى هذا المقدار بالسرعة العددية (Speed).



وعندما نقول إن سيارة تسير بسرعة 80 km/h ، يعد هذا وصفاً ناقصاً إذ لم نعلم في أي اتجاه تسير السيارة. وحتى يتم وصف سرعة السيارة وصفاً كاملاً، علينا أن نحدد اتجاه حركتها، كأن نقول إن السيارة المذكورة تسير بسرعة 80 km/h نحو الشرق، وتسمى السرعة في هذه الحالة بالسرعة المتجهة (*Velocity*).

وجه المقارنة	السرعة العددية	السرعة المتجهة
التعريف	هي المسافة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.	هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.
نوع الكمية	قياسية. تحدد بالمقدار فقط.	متجهة: تحدد بالمقدار والاتجاه.
الإشارة	دائماً تكون موجبة.	تكون موجبة إذا تحرك الجسم في اتجاه معين وسالبة إذا تحرك في عكس هذا الاتجاه.

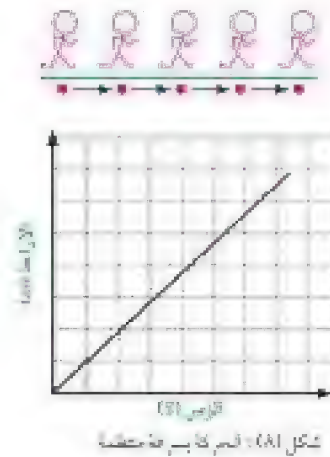
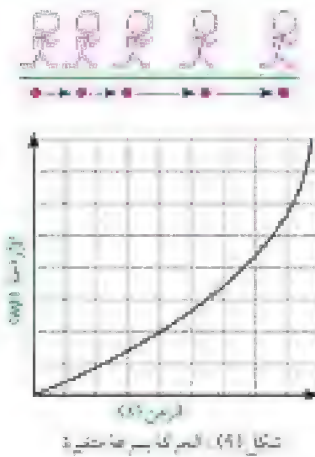
وتجدر الإشارة إلى أن مصطلح "السرعة" الذي سيتم استخدامه فيما يلي (من تصويص ومباثل ومعادلات حركة) يقصد به السرعة المتجهة، وليس السرعة العددية وذلك لأن السرعة المتجهة هي التي تصف حركة الجسم وصفاً تاماً.

(ب) السرعة المنتظمة والسرعة المتغيرة: *Uniform Velocity and Variable Velocity*

عندما يتحرك جسام بسرعة منتظمة فإن الإزاحة بين المواقع تكون متساوية في الأزمنة المتساوية، أما إذا تحرك بسرعة غير منتظمة فإن الإزاحة بين المواقع تكون غير متساوية في الأزمنة المتساوية.

السرعة المنتظمة: هي السرعة التي يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية في أزمنة متساوية، ويكون الجسم متحركاً مقدار ثابت وفي خط مستقيم (اتجاه ثابت).

السرعة المتغيرة: هي السرعة التي يقطع فيها الجسم إزاحات غير متساوية في أزمنة متساوية، وتكون السرعة متغيرة في المقدار أو الاتجاه.

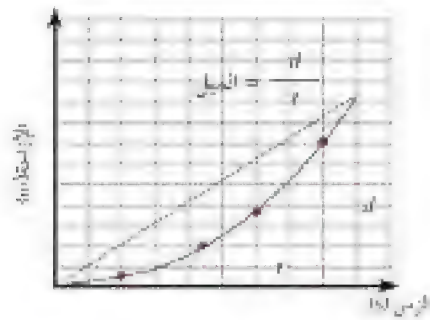




(ج) السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة Instantaneous Velocity & Average Velocity

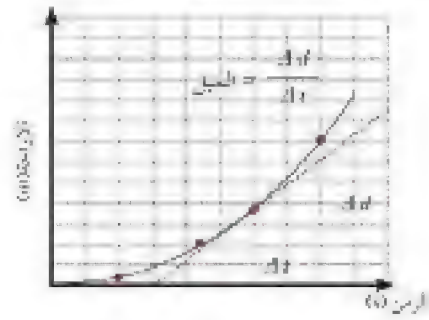
إذا تأملنا حركة سيارة على طريق فإننا نلاحظ أن سرعتها ليست ثابتة، ولكنها تتغير بحسب أحوال الطريق، فهي تزايد حيناً، وتتناقص حيناً آخر، ولا تبقى ثابتة القيمة، ولغهم حركة هذه السيارة لابد أن نميز بين سرعتها اللحظية وسرعتها المتوسطة.

السرعة المتوسطة (v): هي الإزاحة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلي، ويمكن تعيين السرعة المتوسطة عن طريق إيجاد ميل الخط الواصل بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها.



$$\text{السرعة المتوسطة (v)} = \frac{\text{الإزاحة الكلية (d)}}{\text{الزمن الكلي (t)}}$$

السرعة اللحظية (v): هي سرعة الجسم عند لحظة معينة، ويمكن الاستدلال على قيمتها من قراءة مؤشر عداد سرعة السيارة في لحظة ما، ولتعيين سرعة السيارة عند لحظة ما يتم رسم مماس للمحنى عند النقطة التي تقابل هذه اللحظة ويكون ميل المماس هو سرعة السيارة اللحظية.



$$\text{السرعة اللحظية (v)} = \frac{\text{تغير في الإزاحة (d)}}{\text{زمن التغير (t)}}$$

تصويب التصورات الخاطئة

من التصورات الخاطئة الأكثر شيوعاً الخلط بين مصطلح السرعة المتوسطة Average velocity وهي كمية متجهة، ومصطلح السرعة العددية المتوسطة average speed وهي كمية قياسية، حيث أن:

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} \quad \text{السرعة العددية المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$$

إدارة الوقت، شغلا

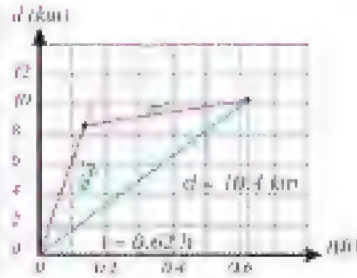
- جميع هدفنا لكل عمل نقوم به، وحدد ماذا تريد أن تحقق ولماذا وتفحص أهدافك هل هي واقعية أم لا؟
- صمم جدولك الخاص اليومي أو الأسبوعي الذي يتيح لك معرفة الأنشطة التي عليك أن تنجزها خلال وقت محدد، واحمل مفكرة صغيرة تسجل فيها مواعيد قيامك بالأنشطة والواجبات المختلفة.

(تعيين السرعة التي يتحرك بها الجسم)

أمثلة محلولة

قاد شخص سيارة في خط مستقيم فقطع (8.4 km) في زمن قدره (0.12 h) ، ثم نفذ منه وقود السيارة فتركها ومشى في نفس الخط المستقيم لأقرب محطة وقود وفتح (2 km) في زمن قدره (0.5 h) احسب سرعته المتوسطة من بداية الحركة حتى نهايتها.

الحل:



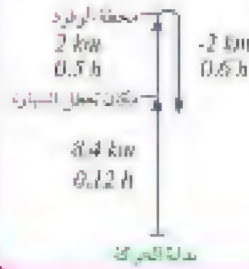
الازاحة الكلية (d)
الزمن الكلي (t)
السرعة المتوسطة =

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{8.4 + 2}{0.12 + 0.5} = \frac{10.4}{0.62} = 16.8 \text{ km/h}$$

كما يمكن التوصل إلى نفس النتيجة بإيجاد ميل الخط البياني التوصل بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها كما يتضح بالرسم.

إذا افترضنا أن الشخص في المثال السابق عاد مرة أخرى في زمن قدره 0.6 h احسب السرعة المتوسطة للحركة منذ بدايتها حتى عودته إلى السيارة مرة أخرى.

الحل:



عندما يعود الشخص إلى السيارة مرة أخرى فإن إزاحته تصبح (8.4 km) كما بالرسم.

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{8.4}{0.12 + 0.5 + 0.6} = \frac{8.4}{1.22} = 6.88 \text{ km/h}$$

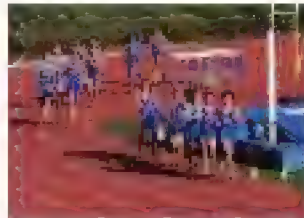
Acceleration

٢- العجلة

ناقشنا فيما سبق مفهوم السرعة المتغيرة (المقدار أو الاتجاه أو الاثنين معاً)، وتسمى الحركة التي يحدث فيها تغير في السرعة بمرور الزمن بالحركة المعجلة، وتسمى الكمية الفيزيائية التي تعبر عن التغير في السرعة بالنسبة إلى الزمن بالعجلة (a) .



في نهاية السباق تتألف السرعة



في السباقات يتغير اتجاه السرعة

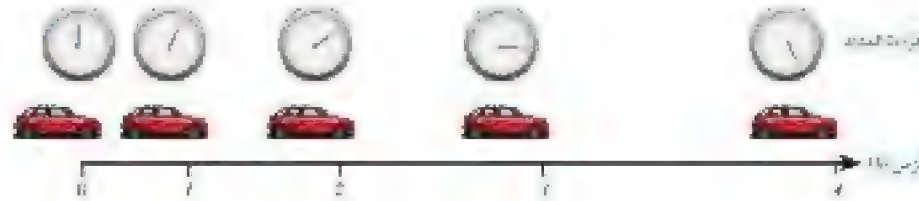


في بداية الحركة تتزايد السرعة

شكل (١١) يستخدم مصطلح العجلة لوصف كمية التغير في السرعة خلال الزمن



ولنتعرف على مفهوم العجلة ادرس مخطط الحركة التالي الذي يوضح قراءة عداد السرعة لسيارة تتحرك من السكون لتزداد سرعتها في أثناء سيرها على طريق مستقيم.



هل تعلم؟

يمكن تحويل قراءة عداد السيارة من وحدة km/h إلى وحدة m/s من العلاقة:

$$\therefore 1 km/h = \frac{1 km}{h} = \frac{1000 m}{60 \times 60 s} = \frac{5}{18} m/s$$

ومن خلال دراسة هذا المخطط يمكن رصد العلاقة بين السرعة بوحدة (m/s) والزمن بوحدة (s) في الجدول التالي:

الزمن (s)	0	1	2	3	4
السرعة (m/s)	0	5	10	15	20

ومن الجدول يمكن التوصل إلى أن سرعة السيارة تزداد بمعدل ثابت، حيث تزداد كل ثانية بمقدار $(5 m/s)$.

ويعبر هذا المقدار عن العجلة، والتي نحسب من العلاقة:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{زمن التغير}}$$

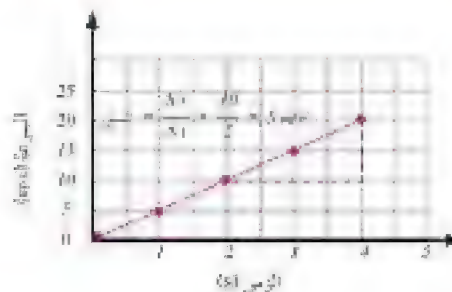
وتطبق هذه العلاقة على المثال السابق نحسب العجلة على النحو التالي:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - 5}{2 - 1} = 5 m/s^2$$

العجلة: هي التغير في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن، أي هي المعدل الزمني للتغير في السرعة، وتقاس العجلة بوحدة متر / ثانية² (m/s^2) أو كيلومتر / ساعة² (km/h^2).

تمثيل العلاقة بين السرعة والزمن بيانياً

يعبر الرسم البياني (السرعة - الزمن) عن حركة السيارة في مخطط الحركة السابق، ويمكنك أن تلاحظ أن الرسم البياني عبارة عن خط مستقيم، وهذا يعني أن سرعة السيارة تزداد بمعدل منتظم، ويمكن إيجاد العجلة بحساب ميل الخط المستقيم.

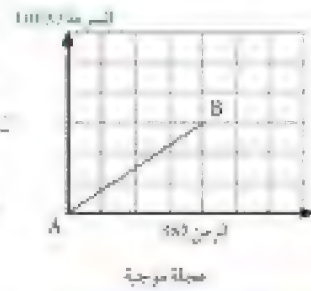
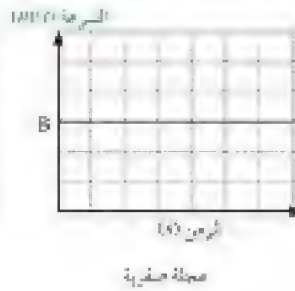
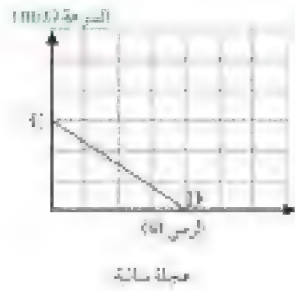


أنواع العجلة:

إذا اعتبرنا أن اتجاه سرعة الجسم هو الاتجاه الموجب فقد يتحرك هذا الجسم بعجلة موجبة (تكون السرعة ثابتة) أو عجلة سالبة (تكون السرعة تناقصية) أو عجلة تساوي صفراً وللتعرف على أنواع العجلة ادرس مخطط الحركة التالي الذي يوضح حركة كرة صغيرة على سطح أملس متغير الميل.



عندما تهبط الكرة المستوى الشاذ تزداد سرعتها
عندما تتحرك الكرة على مستوى أفقي
عندما تصعد الكرة المستوى الشاذ تقل سرعتها
يعبر الزمن، وبالتالي تكون العجلة موجبة.
الميل فلا تتغير، وبالتالي
تكون العجلة تساوي صفراً.



تطبيقات حياتية

✦ يوجد داخل كل سيارة ثلاث أدوات يمكن بواسطتها التحكم في مقدار السرعة واتجاهها هي: دواسة البنزين لزيادة السرعة، ودواسة الفرامل لتقليل السرعة، وعجلة القيادة لتغيير اتجاه الحركة.



الأنشطة والتدريبات

الفصل الأول

الحركة في خط مستقيم

أولاً - التجارب العملية

(١) تفعيل السرعة التي يتحرك بها جسم:

فكرة التجربة:

عندما تتحرك سيارة لعبة تعمل بالبطارية على أرض ملساء فإنها تتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة، وإذا وضعنا مسطرة متريّة بجوار مسار حركة السيارة، ثم قمنا بتصويرها بكاميرا رقمية، فإنه يمكن عرض هذا الفيلم لرصد العلاقة بين المسافة والزمن؛ وذلك لأن أي فيلم فيديو يحتوى على عداد للثنائي لتحديد زمن الفيلم.

خطوات العمل:



- ١ ثبت مسطرة متريّة بجوار المسار الذي منضمير فيه السيارة.
- ٢ اختر واحداً من أعضاء مجموعتك لتشغيل الكاميرا
- ٣ ضع السيارة عند خط البداية، ثم اتركها لكي تتحرك في خط مواز للمسطرة.
- ٤ امسعمل الكاميرا لتسجيل حركة السيارة.
- ٥ حين الحاسب الآلى لعرض المشهد لحظة بعد أخرى بضغظ زر الإيقاف كل (5) ثوان.
- ٦ حدد موقع السيارة في كل فترة زمنية بقراءة المسطرة المتريّة على شريط الفيديو، ودرن ذلك في جدول البيانات.

الآمان والسلامة



الاحتياطات المتخذة:

- في نهاية هذا النشاط تكون قادراً على أن:
- تفسر السرعة المتظمة التي يتحرك بها جسم
- ترسم العلاقة البيانية بين المسافة والسرعة.

المستويات (الدرجات) الخاصة بهذا

- الملاحظة - القياس - الاستنتاج -
- الحصل في فريق - استخدام الأجهزة التكنولوجية.

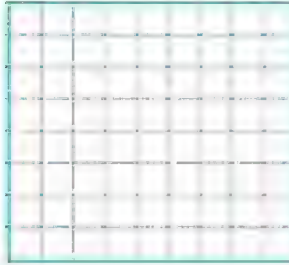
المواد والأدوات

- سيارة لعبة تعمل بالبطارية، مسطرة
- متريّة، كاميرا رقمية (أو كاميرا تليفون
- محمول)، حاسب آلى

النتائج، دون النتائج في الجدول التالي:

الزمن $t (s)$	المسافة $d (m)$
0	
5	
10	
15	
20	

تحليل النتائج، من خلال النتائج التي ترصل إليها في الجدول، ارسم العلاقة البيانية بين الزمن t على المحور الأفقي، والمسافة d على المحور الرأسي.



الاستنتاجات، من المعروف أن

$$d = vt$$

وذلك في حالة الحركة بسرعة منتظمة

أي أن:

$$\text{الميل} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = v$$

وبحساب الميل من الرسم البياني نجد أن السرعة =

انشطة إثرائية: صمم تجارب عملية للإجابة عن الأسئلة التالية:

- ما تأثير نوع السطح الذي تتحرك عليه السيارة على حركتها؟
- كيف يمكن قياس سرعة شخص يتحرك بدراجة؟

ثانياً: الأنشطة التكوينية



1️⃣ صمم ألبوم صور إلكترونيًا أو ورقياً عن الحركة في الألعاب الرياضية والترفيهية المختلفة، مع تصنيف نوع الحركة في كل صورة إلى حركة دورية أو حركة انتقالية.



2️⃣ ناقش مشكلة المرور في مصر مستعيناً بمجموعة من زملائك لطرح أكبر عدد ممكن من الحلول لتلك المشكلة.

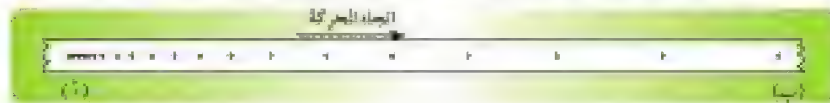
3️⃣ اكتب بحثاً عن تطور وسائل المواصلات عبر تاريخ الإنسان مع كتابة السرعة القصوى، التي يمكن أن تتحرك بها كل وسيلة من هذه الوسائل مدوناً ذلك في جدول.



ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

١) احسب السرعة المتوسطة بوحدة (km/h) لمتسابق قطع مسافة (4000 m) خلال (30 min) ، ثم احسب المسافة التي يقطعها بعد (45 min) من بدء السباق بالسرعة المتوسطة نفسها.

٢) قام طالب بإجراء تجربة للدراسة الحركية باستخدام عربة ميكانيكية وجرم من ثوابت، حيث حلد موقع العربة كل ثانية على شريط ووقتي فحصل على الشريط المبين في الشكل.

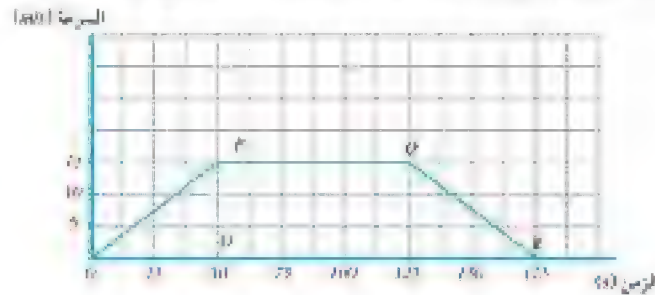


٣) صف حركة العربة.

٤) احسب السرعة المتوسطة إذا كانت الإزاحة المقطوعة من (أ) إلى (ب) تساوي (190 m) .

٥) احسب عجلة السيارة.

٦) الشكل البياني المقابل يوضح رحلة قامت بها سيارة، لاحظ الشكل، ثم أجب عن الأسئلة التالية:



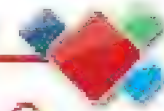
١) ما أكبر سرعة وصلت لها السيارة؟

٢) صف حركة السيارة في الجزء PQ .

٣) صف حركة السيارة في الجزء QR .

٤) عند أي من النقاط P أو Q أو R تمثل أول المرحلة التي استخدمت فيها الفرامل.

٥) احسب المسافة الكلية المقطوعة خلال الرحلة.



٥) مثل النتائج الموضحة في الجدول أثناء يائياً، ثم أوجد من الرسم كلاً من العجلة والإزاحة بعد (12s).

الزمن (s)	11	6	4	12
السرعة (m/s)	8.1	36.9	91.3	65.7

٦) تدحرج الكرة عند دفعها، ثم تتباطأ وتتوقف، هل سرعة الكرة وعجلتها الإشارة نفسها؟ ولماذا؟

٧) إذا كانت عجلة الجسم تساوي صفراً، فهل هذا يعني أن سرعته تساوي صفراً؟ أعط مثالاً.

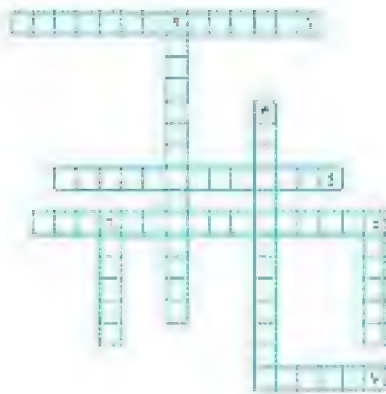
٨) إذا كانت السرعة لحجم عند لحظة تساوي صفراً، فهل من الضروري أن عجلته تساوي صفراً؟ أعط مثالاً.

٩) أكمل خريطة المفاهيم التالية:



٩) أكمل الكلمات المتقاطعة:

الفتية:



(١) حاصل قسمة الإزاحة الكلية على الزمن الكلي.

(٢) حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية.

(٣) حركة تتميز بوجود نقطة بداية ونقطة نهاية.

(٤) التغير في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن.

والفتية:

(١) السرعة التي يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية.

(٢) سرعة الجسم عند لحظة معينة.

(٣) التغير الحادث في موضع الجسم بمرور الزمن.

(٤) الإزاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة.

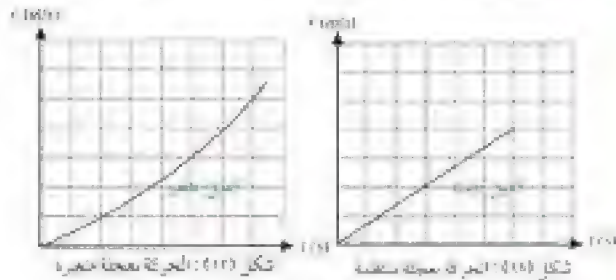


الفصل الثاني

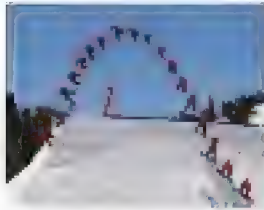
الحركة بعجلة منتظمة

Motion with Uniform Acceleration

درست في الفصل السابق أن العجلة هي التغير في السرعة خلال وحدة الزمن، وقد تكون العجلة منتظمة (ثابتة) وقد تكون متغيرة.



وتعتبر حركة جسم بعجلة منتظمة ذات أهمية خاصة، لأن الكثير من الحركات في الطبيعة تتم بعجلة منتظمة؛ كسقوط الأجسام بالقرب من سطح الأرض، وكذلك حركة المقذوفات.



شكل (١١٤): حركة الرياضي عند القفز إلى الهواء تكون بعجلة منتظمة



شكل (١١٥): حركة المياه المتساقطة من قمة الشلال تكون بعجلة منتظمة

وإذا افترضنا أن جسمًا يتحرك في خط مستقيم بعجلة منتظمة (a)، حيث بدأ الحركة بسرعة ابتدائية (u) ليقطع إزاحة (s) خلال زمن قدره (t) وأصبحت سرعته النهائية (v)، فإنه يمكن وصف حركة هذا الجسم بمعادلات تسمى معادلات الحركة وذلك على النحو التالي:

نماذج التعليم المتوقعة:

- فهم بعجلة هذا الفصل تكون قادرًا على أن:
- تستنتج معادلات الحركة بعجلة منتظمة.
- تعرف حركة الأجسام بالسقوط الحر.
- تستنتج الحركة في بعدين مثل حركة المقذوفات.
- تقسم تجربة تعيين عجلة الجاذبية الأرضية.

مصطلحات الفصل:

- المجلة المنتظمة
- Uniform acceleration
- معادلات الحركة
- Equation of motion
- سقوط حر
- Free fall
- حركة لذيفة
- Projectile motion

مصادر التعلم الإلكتروني:

- عرض تفاعلي: سقوط جسم من برج بيزا
- <https://www.google.com/maps/place/Leaning+Tower+of+Pisa/@43.7696,10.5714,15z>



(velocity - time) equation

(معادلة السرعة - الزمن)

سنتبين أن علمنا أن المعجلة (a) نحسب من العلاقة:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

وبالتالي يمكن إيجاد التغير في السرعة ($v_f - v_i$) بضرب طرفي المعادلة في (t):

$$v_f - v_i = at$$

أي أن:

$$v_f = v_i + at$$

(1)

وهذه هي المعادلة الأولى للحركة، والتي تعني أن: السرعة النهائية = السرعة الابتدائية (v_i) + التغير في السرعة (at).

وكل التفكير

→ باستخدام معادلة الحركة الأولى قارن بين قيمة المعجلة التي يتحرك بها أسرع حيوان يركب في العالم وأسرع سيارة في العالم.



شكل (1.15) - تستطيع سيارة بي جي بي فيرون أن تغير سرعتها من (صفر) إلى (100 km/h) خلال (2.4 s)



شكل (1.16) - يستطيع الفهد أن يغير سرعته من (صفر) إلى (100 km/h) خلال (3 s)

(Displacement - time) equation

(معادلة الإزاحة - الزمن)

يمكن حساب السرعة المتوسطة (\bar{v}) التي يتحرك بها الجسم باستخدام العلاقة:

$$\bar{v} = \frac{d}{t}$$

ونظراً لأن الجسم يتحرك بمعجلة منتظمة فإنه يمكن حساب السرعة المتوسطة من العلاقة:

$$\bar{v} = \frac{v_i + v_f}{2}$$

من المعادلتين السابقتين يكون:

$$\frac{d}{t} = \frac{v_i + v_f}{2}$$

بالتعويض عن (v_f) من المعادلة الأولى للحركة:

$$\therefore \frac{d}{t} = \frac{v_i + at + v_i}{2} = \frac{2v_i + at}{2} = v_i + \frac{1}{2}at$$

وبضرب الطرفين في (t) نحصل على المعادلة الثانية للحركة:

$$\therefore d = v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

(2)

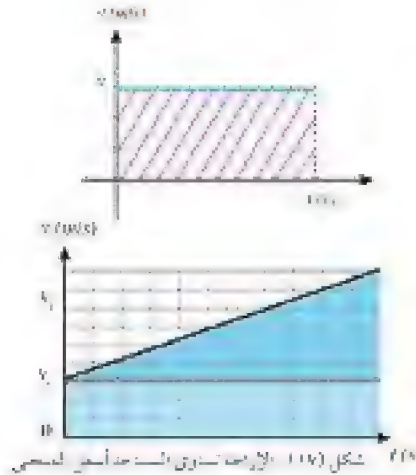


- * عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه ثابت كما في حالة السيارة فإن مقدار الإزاحة يساوي المسافة المقطوعة، وفي هذه الحالة يمكن اعتبار (d) هي نفسها المسافة المقطوعة (s) .
- * عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه متغير، كما في حالة الجسم المقذوف إلى أعلى حيث يكون اتجاه الصعود عكس اتجاه الهبوط، فإن مقدار الإزاحة لا يساوي المسافة المقطوعة (s) .

استنتاج المعادلة الثانية للحركة بيانياً:

إذا كانت الإزاحة تساوي السرعة \times الزمن فإنها في الرسم البياني المبين تتساوي عددياً الطول \times العرض، وهي هنا تعبر عن المساحة تحت المنحنى، أي أن الإزاحة = المساحة تحت منحنى (السرعة - الزمن).

بناء على ذلك يمكن استنتاج معادلة الحركة الثانية وحساب الإزاحة المقطوعة بحساب المساحة تحت منحنى (السرعة - الزمن) وذلك بتقسيم المساحة تحت المنحنى إلى مستطيل ومثلث.



مساحة المستطيل $v_f t$

مساحة المثلث $\frac{1}{2} (v_f + v_f + at) t$

وسبق أن توصلنا إلى أن التغير في السرعة $(v_f + v_f + at)$ يساوي at

وبالتالي تصبح مساحة المثلث $\frac{1}{2} at^2$

وبجمع مساحة المستطيل مع مساحة المثلث نحصل على الإزاحة المقطوعة (d) .

$$d = v_f t + \frac{1}{2} at^2$$

الآن نستنتج الإزاحة

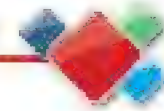
- إنكرا طرقة أخرى لاستنتاج معادلة الحركة الثانية بيانياً باعتبار المساحة تحت المنحنى على هيئة شبه منحرف أو تقسيم المساحة إلى مثلثين ...

2- معادلة (الإزاحة - السرعة) (Displacement - Velocity) equation

في بعض الحالات يكون الزمن غير معلوم، لذا ينبغي استنتاج معادلة حركة أخرى لا تحتاج فيها لمعرفة الزمن. وذلك على النحو التالي:

يمكن حساب الإزاحة (d) من العلاقة: $d = \bar{v} t$

وبالتعويض عن قيمة (\bar{v}) وقيمة (t) من المعادلتين التاليتين:



$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

وبناء على ذلك نحسب الإزاحة على النحو التالي:

$$d = \bar{v} t = \frac{v_f + v_i}{2} \times \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

ومن العلاقة السابقة يمكن الحصول على المعادلة الثالثة للحركة:

$$\therefore 2ad = v_f^2 - v_i^2 \quad (3)$$

لدينا الآن ثلاث معادلات تنطبق على الحركة ذات العجلة المنتظمة، وهي كافية لوصف الحركة في أي موقف تكون العجلة فيه منتظمة، ونظراً لأن جميع الكميات في هذه المعادلات متجهة فيما عدا الزمن؛ لذا ينبغي تحديد الاتجاه الموجب، فمثلاً يمكن اعتبار الاتجاه إلى اليمين موجباً، وحينها فإن كلاً من الإزاحة والسرعة والعجلة تكون موجبة إذا كانت لليمين وسالبة إذا كانت لليسار. ويخلص الجدول التالي بعض الحالات الخاصة لمعادلات الحركة:

المصيغة العامة	بداية الحركة من السكون $v_i = 0$	التوقف في نهاية الحركة $v_f = 0$	التحرك بسرعة منتظمة $a = 0$
$v_f = v_i + at$	$v_f = at$	$v_i = -at$	$v_f = v_i$
$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2$	$d = \frac{1}{2} at^2$	$d = -\frac{1}{2} at^2$	$d = v_i t$
$2ad = v_f^2 - v_i^2$	$2ad = v_f^2$	$2ad = -v_i^2$	$d = v_i^2 t$

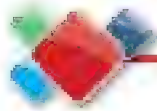
التعليق على معادلات التحرك

قد تواجه مشكلات في ترجمة المسألة اللفظية إلى صورة معادلة رياضية، إليك دليل موجز لمساعدتك في ذلك:

- * إذا كانت سرعته **تتغير** أن العجلة موجبة (إذا كانت السرعة موجبة).
- * تناقصت سرعته **تتغير** أن العجلة سالبة (إذا كانت السرعة موجبة).
- * متى؟ **تتغير** ما قيمة الزمن t ؟
- * أين؟ **تتغير** ما قيمة الإزاحة d ؟

إدارة الوقت، بنجاح

- ♦ حاول أن تضع تقديراً للوقت الذي تستغرقه في أداء نشاط معين.
- ♦ وازن بين الواجبات الدراسية والأنشطة الاجتماعية والترفيهية ورتبها حسب أهميتها وقدم الواجبات المهمة والعاجلة على الأقل أهمية.



أمثلة مختلفة

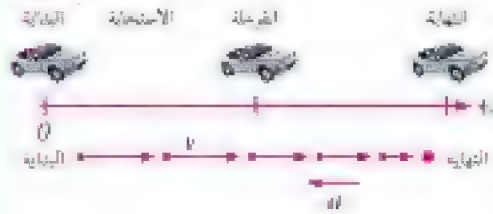


احسب الزمن الذي تستغرقه طائرة لتتوقف تمامًا عند هبوطها على مدرج المطار، إذا علمت أن سرعتها عند ملامتها لأرض المدرج 162 km/h وتناقص بانتظام بمعدل (0.5 m/s^2)

الحل:

$$\begin{aligned} v_1 &= 162 \times \frac{5}{18} = 45 \text{ m/s} & v_2 &= 0 \\ a &= -0.5 \text{ m/s}^2 & v_2 &= v_1 + at \\ 0 &= 45 + (-0.5)t & -45 &= (-0.5)t \\ t &= 90 \text{ s} \end{aligned}$$

يقود أحد الأشخاص سيارة بسرعة منتظمة مقدارها (30 m/s) ، وفجأة رأى طفلًا يركض في الشارع. فإذا كان زمن الاستجابة اللازم لضغط على الفرامل هو (0.5 s) ، فبماقات السيارة بعجلة منتظمة مقدارها (9 m/s^2) حتى توقفت، ما الإزاحة الكلية التي قطعها السيارة قبل أن تتوقف؟



الحل:

حساب الإزاحة أثناء فترة الاستجابة (السرعة منتظمة).

$$d_{\text{الاستجابة}} = v \cdot t_{\text{الاستجابة}} = 30 \times (0.5) = 15 \text{ m}$$

حساب الإزاحة أثناء عملية الفرملة حتى التوقف (السرعة متناقصة):

$$2ad_{\text{فرملة}} = -v_1^2 \quad \text{من المعادلة (38)}$$

$$\text{وحيث أن: } v_{\text{الفرملة}} = v_{\text{الابتداء}}$$

$$2ad_{\text{فرملة}} = -v_1^2$$

$$\therefore d_{\text{فرملة}} = \frac{-v_1^2}{2a} = \frac{-(30)^2}{2 \times -9} = 50 \text{ m}$$

$$d_{\text{التوقف}} = d_{\text{الاستجابة}} + d_{\text{الفرملة}} = 15 + 50 = 65 \text{ m}$$

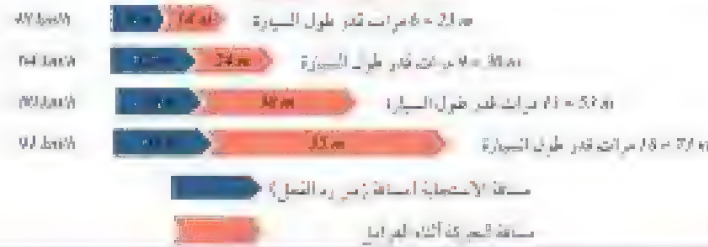
حساب الإزاحة الكلية

لاحظ أن: مقدار الإزاحة الكلية هي نفسها المسافة الكلية التي قطعها السيارة لكن تتوقف.

مهارات عملية النفس

لتجنب مخاطر السرعة الزائدة وحرقاً على الأرواح لابد من اتباع الإرشادات المبرورة مثل ترك مسافة مناسبة بينك وبين السيارة التي أمامك حتى يمكنك التوقف بأمان إذا توقفت السيارة التي أمامك فجأة وبمرأى زيادة هذه المسافة كلما زادت سرعة سيارتك، وكذلك على الطريق المعبدة أو المغطاة بالزيت، كما تحتاج المركبات الضخمة إلى مسافات أكبر.

مسافات توقف نموذجية



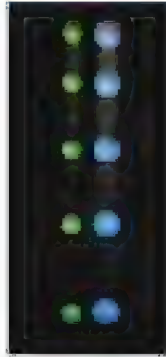
تطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة

السقوط الحر Free fall

إذا أسقطنا كتاباً وورقة من نفس الارتفاع وفي اللحظة نفسها فأيهما يصل إلى سطح الأرض أولاً؟ وعند وضع الورقة ملاصقة للسطح العلوي للكتاب، ماذا يحدث؟ ما تفسيرك لوصولهما في نفس اللحظة؟

عند سقوط جسم فإنه يتأثر بمقاومة الهواء حيث يصطدم بجزيئات الهواء وتؤثر هذه التصادمات الضئيلة في سرعة هبوط الأجسام الخفيفة بشكل أكبر من تأثيرها في هبوط الأجسام الثقيلة (لاحظ أنه عند وضع الورقة ملاصقة للسطح العلوي للكتاب فإنها أصبحت لا تتأثر بمقاومة الهواء).

ولفهم سلوك الأجسام الساقطة تأخذ الحالة الأبسط وهي سقوط الأجسام تحت تأثير وزنها فقط، وذلك بإهمال تأثير مقاومة الهواء، وتسمى هذه الحركة بالسقوط الحر، وعند إهمال مقاومة الهواء فإن جميع الأجسام تسقط على سطح الأرض بنفس العجلة.



شكل 1.14: امل تصل قرنان مختلفتان في الكتلة في وسط مغرغ من الهواء في نفس اللحظة إلى سطح الأرض؟

علماء ابتدوا التجريبية

أثبت جاليليو أنه مهما اختلفت كتل الأشياء فإن جميعها تصل إلى سطح الأرض في وقت واحد، وذلك في حالة إهمال مقاومة الهواء حيث قام بإسقاط جسمين مختلفين في الكتلة من فوق برج بيزا بإيطاليا، وكانت هذه التجربة سبباً في تحطيم فكرة أرسطو التي تنص على أن الأجسام ذات الكتلة الكبيرة تصل إلى سطح الأرض من زمن أقل من الأجسام ذات الكتلة الصغيرة.



شكل 1.14: تجربة جاليليو لسقوط الكبر



شكل (٢٠٠) من يسقط هذا الشخص بحجلة
السرعة 9.8 m/s^2 ليس زرعته.

عجلة السقوط الحر (g)

هي العجلة المنتظمة التي تتحرك بها الأجسام أثناء سقوطها سقوطاً حراً نحو سطح الأرض، وعنده العجلة تساوي (9.8 m/s^2) ومعنى ذلك أن سرعة الجسم التي يسقط سقوطاً حراً تزداد بمقدار (9.8 m/s^2) في كل ثانية. وتختلف قيمة عجلة السقوط الحر (g) اختلافاً طفيفاً من مكان إلى آخر على الأرض حسب البعد عن مركز الأرض. ويمكن اعتبار عجلة السقوط الحر تساوي (10 m/s^2) وذلك للتبسيط.

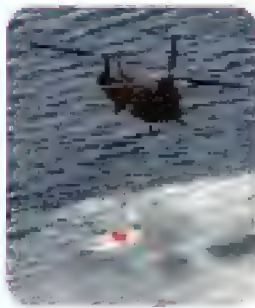
ركن التفكير

لاحظ الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تلي:

الزمن (s)	الإزاحة (m)	السرعة (m/s)
0	0	0
0.5	1.25	5
1	5	10
1.5	11.25	15
2	20	20

- 1- باستخدام الجدول السابق ارسم العلاقة البيانية (الإزاحة - الزمن) والعلاقة البيانية (السرعة - الزمن).
- 2- استخدم الرسم البياني ومعادلات الحركة في إيجاد الإزاحة والسرعة بعد مرور (3 s) .
- 3- ما الذي يدل عليه زيادة التباعد بين مواقع الجسم بمرور الزمن؟

أمثلة مختلفة



سقط صندوق من طائرة هليكوبتر تحلق مستقرة على ارتفاع 78.4 m فوق بقعة معينة من سطح البحر. احسب سرعة نظام الصندوق بالهواء مع إهمال مقاومة الهواء. إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 m/s^2 ، ثم احسب زمن وصول الصندوق للماء.

الحل:

$$\begin{aligned}
 v_i &= 0 \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2 \quad d = 78.4 \text{ m} \\
 2 g d &= v_f^2 - v_i^2 \quad 2 \times 9.8 \times 78.4 = v_f^2 \\
 v_f &= 39.2 \text{ m/s} \\
 t &= \frac{v_f - v_i}{g} = \frac{v_f}{g} = \frac{39.2}{9.8} \quad t = 4 \text{ s}
 \end{aligned}$$



سقط حجر من سطح مبنى لم أمام شخص يقف في أحد شرفات المبنى على ارتفاع 5 m من سطح الأرض بعد 4 s من لحظة السقوط أوجد:

ارتفاع المبنى. [ب] سرعة الحجر عندما مر أمام الشخص.

الحل:

$$d = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$d = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times 6^2 = 80 \text{ m}$$

$$h = 80 + 5 = 85 \text{ m}$$

ارتفاع المبنى: [أ]

سرعة الحجر عندما مر أمام الشخص تعيين من: [ب]

$$v_f = v_i + g t$$

$$v_f = 0 + 10 \times 4 = 40 \text{ m/s}$$

سقطت ثمرة مانجو من شجرة وبعد ثانية واحدة ارتطمت بالأرض. احسب قيمة سرعة الثمرة لحظة اصطدامها بالأرض. احسب السرعة المتوسطة للثمرة خلال السقوط، ثم أوجد بعد الثمرة عن الأرض عند بدء السقوط.

الحل:

$$v_i = 0 \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \quad t = 1 \text{ s} \quad \text{المعطيات}$$

$$v_f = v_i + g t = g t \quad \text{حساب السرعة لحظة الاصطدام بالأرض:}$$

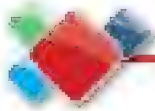
$$v_f = 10 \times 1 = 10 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{v_i + v_f}{2} \quad \text{حساب السرعة المتوسطة:}$$

$$\bar{v} = \frac{10 + 0}{2} = 5 \text{ m/s}$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{حساب بعد الثمرة عن الأرض:}$$

$$\therefore d = \left(\frac{1}{2} \right) (10) (1)^2 = 5 \text{ m}$$



مثال محلولة

في تجربة لتحين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطاً حراً كانت المسافة بين مصدر قطرات الماء ومسطح الإناء 1.1 m . وكان زمن سقوط أو ارتفاع 100 قطرة متتالية هو (0.45 s) احسب عجلة الجاذبية الأرضية.

الحل:

$$\text{المعطيات: } d = 1.1 \text{ m}, \quad v_i = 0, \quad t = ?, \quad a = ?$$

$$0.45 \text{ s} = \frac{45}{100} = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد القطرات}} = t = \text{زمن سقوط القطرة الواحدة}$$

بالتعويض في معادلة الحركة التالية:

$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

$$g = \frac{2d}{t^2} = \frac{2 \times 1}{0.45 \times 0.45} = 9.88 \text{ ms}^{-2}$$

المقذوفات Projectiles

(1) المقذوفات الرأسية:

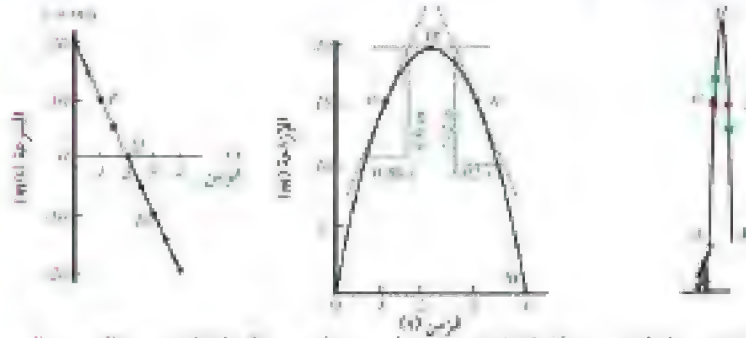
- ◆ عند قذف الجسم رأسياً لأعلى فإنه يغادر اليد بسرعة ابتدائية (v_i) لا تساوي الصفر.
- ◆ يصبح الجسم تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية التي تساوي (-10 m/s^2) وتدل الإشارة السالبة على أن السرعة تتناقص كلما ارتفع الجسم إلى أعلى.
- ◆ تقل السرعة كلما ارتفع الجسم فتصبح سرعته صفراً عند أقصى ارتفاع.
- ◆ يتغير اتجاه السرعة ليعود الجسم إلى سطح الأرض تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية، والتي تعمل على تزايد السرعة مرة أخرى، ولكن في عكس الاتجاه.
- ◆ سرعة الجسم عند أي نقطة أثناء الصعود = - سرعة الجسم عند نفس النقطة أثناء النزول، وتدل الإشارة السالبة على أن سرعتين في عكس الاتجاه.
- ◆ زمن الصعود = زمن الهبوط.

مثال محلول

يعبر الجدول التالي عن قيم كل من الزمن والإزاحة والسرعة لجسم يقذف رأسياً بسرعة ابتدائية (20 m/s) .

الزمن (s)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
الإزاحة (m)	0	8.75	15	18.75	20	18.75	15	8.75	0
السرعة (m/s)	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20

ويمكن تمثيل هذه الحركة باستخدام الأشكال التالية:



شكل (٢٦) مسار حركة الجسم المقذوف - شكل (٢٧) تغير الإزاحة الجسم مع الزمن - شكل (٢٨) تغير سرعة الجسم مع الزمن

١- عين سرعة الجسم عند النقاط P, Q, N من خلال المنحنى البياني (الإزاحة-الزمن) ثم عينها مرة أخرى من خلال المنحنى البياني (السرعة - الزمن).

٢- ما قيمة ميل المنحنى (السرعة - الزمن)؟ وعلام يدل هذا الميل؟ ولماذا يكون بإشارة سالبة؟

الحل:

١- يمكن تعيين السرعة عند N, Q, P بحساب ميل المماس عند تلك النقاط على منحنى (الإزاحة - الزمن)

$$v_P = 0 \quad v_Q = \frac{8.6}{0.86} = 10 \text{ m/s} \quad v_N = \frac{-10.2}{1.02} = -10 \text{ m/s}$$

وهي نفس القيم التي نحصل عليها من منحنى (السرعة - الزمن)

٢- ميل منحنى (السرعة - الزمن) هو العجلة (a) : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-20}{2} = -10 \text{ m/s}^2$

وتدل الإشارة السالبة على أن سرعة الجسم تتناقص كلما ابتعد عن سطح الأرض.

١١- المقذوفات بزاوية (الحركة في بعدين):

درست سابقاً حركة الأجسام التي تسير بعجلة منتظمة في خط مستقيم سواءً ما كان منها على سطح أفقي أو سطح مائل، أو رأسياً إلى أعلى، والآن سنتدرس حركة المقذوفات بزاوية (θ) مع المحور الأفقي (x) تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية.

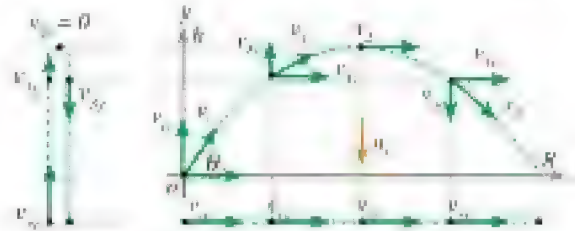


شكل (٢٥) : لمعان يتحرك الشر في مسار منحني ؟



شكل (٢٦) : لمعان يتحرك الماء في مسار منحني ؟

دعنا نتأمل حركة مفكوف مثل : كرة أو دانة مدفع، والتي ستأخذ خطاً منحنياً، كما هو مبين في الشكل (٢٦)، وتطلق بسرعة ابتدائية قدرها (v_0) بزاوية قدرها (θ) مع المستوى الأفقي، سوف نلاحظ أنه يمكن تحليل السرعة في اتجاهين أفقي (x) ورأسي (y) على النحو التالي:



شكل (٢٧) : مسار حركة إسقاط

الاتجاه الأفقي (x): وتحرك فيه الكرة بسرعة منتظمة (v_{0x}) وذلك بفرض عدم وجود قوة احتكاك، ويمكن حساب هذه السرعة في الاتجاه الأفقي من العلاقة:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$



ويتم التعويض بـ (v_{0x}) المحسوبة من العلاقة السابقة في معادلات الحركة الثلاث مع مراعاة أن $(a_y = 0)$:

تعبير القوانين على موقع القالب

أكتب وتعلم مع حركة المقدمات من خلال موقع الكتاب على الانترنت

الاتجاه الرأسي (y): وتحرك فيه الكرة تحت تأثير عجلة السقوط الحر وبالتالي تكون السرعة متغيرة، ويمكن حساب السرعة الابتدائية في الاتجاه الرأسي (v_{0y}) من العلاقة:

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$



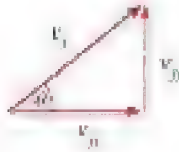
ويتم التعويض بـ (v_f) المحسوبة من العلاقة السابقة في معادلات الحركة الثلاث مع

مراعاة أن $(a_f = g = -10 \text{ m/s}^2)$:

وتحسب سرعة القذيفة عند أي لحظة من لحظة انطلاقها فورس:

$$v_f = \sqrt{v_0^2 + v_0^2}$$

استنتاج زمن الصعود (1):



حيث إن مركبة السرعة في اتجاه y تساوي الصفر عند أقصى ارتفاع لذا نعوض بـ

$(v_{0y} = 0)$ في المعادلة الأولى للحركة فيكون

84

أي أن:

$$t = \frac{-v_0}{g}$$

ويكون زمن التحليق ضعف زمن الصعود

$$T = 2t = \frac{-2v_0}{g}$$

استنتاج أقصى ارتفاع رأسي (2):

نعوض بـ $(v_{0y} = 0)$ في المعادلة الثالثة للحركة فيكون

$$2g h = -v_0^2$$

أي أن

$$h = \frac{-v_0^2}{2g}$$

استنتاج أقصى مدى أفقي (3):

لاحظ أن: زمن أقصى مدى أفقي = زمن التحليق T

وبالتعويض عن $(a_x = 0)$ و $(d = R)$ في معادلة الحركة الثانية نجد أن:

$$R = v_0 T = 2v_0 t$$

تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:



مثال محلولة

انطلقت دراجة نارية بسرعة 15 m/s وفي اتجاه يصع زاوية 30° على الأفقي.

١. ما أقصى ارتفاع تصل إليه الدراجة؟

٢. ما زمن تحليقها؟

٣. ما أقصى مدى أفقي يمكن أن تصل إليه الدراجة؟



الحل:

نحسب كل من (v_x) و (v_y)

$$v_x = v_i \cos 30 = 15 \times 0.866 = 13 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_i \sin 30 = 15 \times 0.5 = 7.5 \text{ m/s}$$

حساب أقصى ارتفاع رأسي (h):

$$h = \frac{-v_y^2}{2g} = \frac{-(7.5)^2}{2 \times (-10)} = 2.8 \text{ m}$$

حساب زمن التحليق (T):

$$T = 2t = \frac{2 \times v_y}{g} = \frac{2 \times 7.5}{10} = 1.5 \text{ s}$$

حساب أقصى مدى أفقي (R):

$$R = v_x T = 13 \times 1.5 = 19.5 \text{ m}$$

هل تعلم؟



أن الجسم المقذوف يصل إلى أقصى مدى أفقي له عند قذفه بزاوية 45° وأن المدى الأفقي لجسم مقذوف يتساوى عند قذفه بزاويتين مجموعهما 90° .

الأنشطة والتدريبات

الفصل الثاني

الحركة بعجلة منتظمة

أولاً - التجارب العمالية

(١) تعيين عجلة السقوط الحر:

فكرة التجربة:

إذا قمنا بتعيين الزمن (t) الذي تستغرقه قطرة ماء لتقطع إزاحة مقدارها (d) فإنه يمكن حساب عجلة السقوط الحر باستخدام العلاقة:

$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

خطوات العمل:



١) هيّن الجهاز للعمل، بحيث تكون المسافة بين قوّة الصنبور وسطح الطبق تساوي 0.7 ± 0.1 م قم بقي هذه المسافة بالضبط.

٢) تحكم في الصنبور بعناية حتى تبدأ قطرة الماء في السقوط في نفس اللحظة التي يسمع فيها صوت ارتطام القطرة السابقة بالطبق. ويكون الزمن الذي تستغرقه القطرة للوصول إلى الحوض مساوياً للزمن بين سقوط قطرتين متتاليتين من الصنبور.

الأمان والسلامة



توقع النتائج المتوقعة

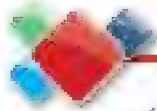
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على أن:
(١) تقيس عجلة السقوط الحر باستخدام مواد بسيطة.

المهارات التجريبية المتوقعة

(١) الملاحظة - القياس - الثقة في إجراء القياسات - الاستنتاج - العمل التعاوني.

المواد والأدوات

مسطرة عمودية - ساعة إيقاف - طبق معدني - صنبور ماء.



٢ باستخدام ساعة إيقاف أوجد الزمن الذي يستغرقه سقوط 50 قطرة متتالية، ومنه أوجد الزمن (t) بين سقوط أي قطرتين متتاليتين.

$$\text{زمن سقوط القطرة} = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد القطرات}}$$

٣ كرر العمل السابق عدة مرات واحسب متوسط زمن سقوط القطرة الواحدة.

النتائج:

المحاولة	زمن 50 قطرة	زمن القطرة
1		
2		
3		
4		

متوسط زمن سقوط القطرة الواحدة =

تحليل النتائج:

احسب عجلة السقوط الحر مستخدماً العلاقة:

$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

الاستنتاجات:

عجلة الجاذبية الأرضية =

الأنشطة المنهية وفراصة:

صمّم تجارب عملية للإجابة عن الأسئلة التالية

- هل تسقط الأجسام ذات الكتل المختلفة بنفس عجلة السقوط الحر؟
- كيف يمكن تعيين عجلة السقوط الحر باستخدام بندول بسيط مستعيناً بشبكة الإنترنت؟

ثانياً - الأنشطة التكوينية



١ ابن ملكا الخلداني هو طيب فيلسوف اشتهر في القرن السادس الهجري ولقب بأوحد الزمان، ولد ونشأ بالبصرة، ثم سافر إلى بغداد وعمل في قصور الخلفيتين العباسيين المعتدي، والمستنصر، وحظي بمكانة عظيمة، حتى لقب بفيلسوف العراقيين في عصره، اكتب بحثاً في أهم إسهامات ابن ملكا في علم الفيزياء.



بمساعدة زملائك قم بتصميم عدة نماذج للقاذفات باستخدام مواد من مخازن البيئة مثل: حيط مطاطي، وأخشاب، وأقلام ثم استخدم هذه النماذج في تحليل العوامل التي تؤثر في حركة المقذوفات، وتوليف صدي استيعابك لهذه العوامل في تحديد مسار المقذوف وضرب هدف عند مسافة معلومة.

للعلماء الأمن والسلامة:
لا توجد القاذفات إلى زمامك.
لا توجد زمامك بالخط الخطي

- كيف تؤثر زاوية القذف في مسار المقذوف؟
- كيف تؤثر قوة شد الحيط المطاطي في مسار المقذوف؟
- ما تأثير نوع المقذوف على المسار الذي يتخذه؟
- كيف يمكن أن تتغير نتائجك لو أجريت تجربة القاذفات خارج المختبر؟

تشير الدراسات إلى أن ضحايا الطرق وغيرها من الحوادث كالتسكة الحديد والنقل العام في مصر وصل إلى (5000) قتيل خلال عام واحد. أما المصابون أو الذين فقدوا أجزاء من أجسادهم فقد بلغ عددهم في عامين (67) ألفاً. ناقش مشكلة حوادث الطرق مقترحاً بعض المبادئ علاجها.

ثالثاً - الأسئلة والتحديات

١- بين الشكل كرة تنزلق على سطح أملس بعجلة ثابتة، وتبين النقاط (أ، ب، ج، د) موقع الجسم كل 0.5 s، اعتماداً على الشكل أجب عما يأتي:



٢- كيف تستدل من الشكل أن سرعة الكرة تزداد؟

٣- لماذا تزداد السرعة؟

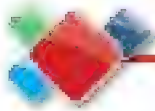
٤- احسب عجلة الكرة إذا علمت أن المسافة من (أ) إلى (د) تساوي (2m)؟

٥- وقف شخص أعلى مبنى مرتفع وقذف كرة بسرعة (50m/s)، فإذا كانت عجلة السقوط الحر تساوي (10 m/s²)، فاحسب سرعة الكرة والإزاحة التي تقطعها بعد مرور (4s)، في الحالات الآتية:

٢- إذا قذفت الكرة لأعلى في الاتجاه الرأسي.

٣- إذا قذفت الكرة لأسفل في الاتجاه الرأسي.

٤- إذا قذفت الكرة بزاوية مقدارها 30° مع المستوى الأفقي.



❏ إذا قذفت الكرة أفقياً (الزاوية مقدارها صفر مع المستوى الأفقي).

❏ اختر الإجابة الصحيحة

❶ معادلة أبعاد العجلة

❏ $L T^{-2}$

❏ $L T^{-1}$

❏ $L^2 T^{-1}$

❏ $L^{-1} T^{-2}$

❶ عندما يكون التغير في سرعة جسم صفراً،

❏ تكون عجلة حركته موجبة. ❏ تكون عجلة حركته سالبة.

❏ تكون عجلة حركته صفراً. ❏ يكون الجسم ساكناً.

❶ إذا كان اتجاهي السرعة والعجلة سالبين،

❏ تزداد سرعة الجسم. ❏ تتناقص سرعة الجسم.

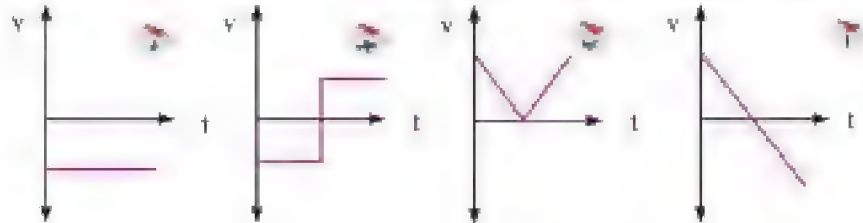
❏ يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. ❏ يتوقف الجسم عن الحركة.

❶ جسمان لهما نفس الحجم من مادتين مختلفتين يسقطان معاً سقوطاً حراً من نفس الارتفاع، ما العبارة الصحيحة التي تصف وصولهما إلى الأرض؟

❏ يصل الجسم الأثقل أولاً. ❏ يصل الجسم الأقل كتلة أولاً.

❏ عجلة حركة الجسم الأثقل أكبر. ❏ يصلان معاً إلى الأرض.

❶ الشكل البياني الذي يمثل جسماً قذف رأسيًا إلى أعلى، ثم عاد إلى نقطة القذف، مع اعتبار اتجاه السرعة الابتدائية اتجاهًا موجبًا هو الشكل ...



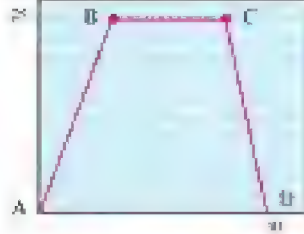
❶ ما المقصود بكل من المصطلحات الآتية:

❏ إزاحة منضدة 3m ؟

❏ سرعة دراجة 5m/s ؟

❏ عجلة السقوط الحر 9.8 m/s² ؟

v (m/s)



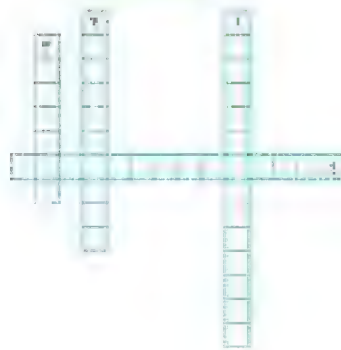
٣٠ تحركت سيارة في خط مستقيم، وسجلت سرعتها خلال ٣٠ ثانية، تم مثلت بيانياً في الشكل المقابل. قم بالمشاركة مع زميل لك بتحليل الشكل البياني الذي يمثل حركة السيارة، واستخلاص المعلومات اللازمة لإكمال الجدول التالي

المرحلة CD	المرحلة BC	المرحلة AB	مرحلة حركة السيارة
			السرعة الابتدائية v_i
			السرعة النهائية v_f
			التغير في سرعة السيارة Δv
			زمن المرحلة t
			قيمة المعجلة a
			وصف الحركة أثناء المرحلة

٦ أكمل خريطة المفاهيم التالية:



٧ أكمل الكلمات المتقاطعة التالية:



١ العجلة المنتظمة التي تتحرك بها الأجسام أثناء سقوطها نحو الأرض.

٢ اسبق

٣ العجلة يكون فيها معدل التغير في السرعة بالنسبة للزمن ثابتاً.

٤ سقوط الأجسام تحت تأثير وزنها فقط.

٥ المساحة تحت منحنى السرعة = الزمن.



الفصل الثالث

القوة والحركة Force and Motion

تناولنا فيما سبق وصف الحركة بدراسة مفاهيم السرعة والعجلة دون التعرض لمسببات حركة الأجسام، وستعرض في هذا الفصل لكيفية تولد العجلة نتيجة للقوة، وخلال ذلك سنناقش قوانين نيوتن الثلاثة للحركة، وهي قوانين ذات أهمية أساسية في الفيزياء.

Force

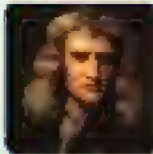
القوة



شكل (٣٧) - ما سبب حركة عربة الأحجار؟

القوة كلمة شائعة الاستخدام في حياتنا اليومية، فقوتك العضلية تساعدك على شد الأشياء، وقوة محرك السيارة تساعد على بدء الحركة وقوة الفرميل تساعد على إيقافها، وتعرف القوة بأنها مؤثر خارجي يؤثر على الجسم، فيغير أوضاعه أو التغيير من حالته أو اتجاهه، وتقاس القوة باستخدام الميزان الزنبركي، ووحدة قياسها هي النيوتن (N).

علماء وأفادوا البشرية



على الرغم من أن الكثير من الفلاسفة القدماء قد حاولوا شرح وتفسير أسباب حركة الأجسام وكيفية حركتها إلا أنهم لم يوضع نظرية منظمة للحركة قبل القرن السابع عشر. ويعرّف الفصل الأعمق في هذا الشأن إلى إنجازات عالِمَيْن عظيمَيْن هما جاليليو ونيوتن.

موقع الفيزياء في الطبيعة

هو دراسة هذا العالم من جوانب علمية على أن:
 < تبيان العلاقة بين القوة والكتلة والعجلة.
 < تفسير ظاهرة الفعل ورد الفعل.

مصطلحات الفصل

Force	< قوة
Action	< الفعل
Reaction	< رد الفعل
Mass	< كتلة
Weight	< وزن

مصادر التعلم الإلكترونية

- < أفنية تعليمية: قوانين نيوتن للحركة
<http://www.youtube.com/watch?v=1P6L5142W30>
- < فيلم تعليمي: شرح قوانين نيوتن للحركة
<http://www.youtube.com/watch?v=CdE875dWn70>
- < تجارب شيقة: قانون نيوتن الأول والقصور الذاتي
<http://www.youtube.com/watch?v=105750704K0>

قانون نيوتن الأول

Newton's first law

لعمرك عدت يوماً إلى بيتك بعد غياب طويل ونظرت حولك وقلت باوتياح: كل شيء بقى على حاله، هل فكرت يوماً أن هذه العبارة تنطوي على أحد أهم القوانين الطبيعية؟ ومن المعروف أيضاً أنه إذا دفع جسم على الأرض فإنه ينزلق عليها مسافة معينة ثم يتباطأ إلى أن يقف. وقد اعتقد القدماء أن طبيعة المادة هي السكون، بمعنى أن حركة أى شيء تؤزل للسكون، إلا أن التجارب العلمية أظهرت أن ذلك يعود لوجود قوى احتكاك تقاوم الجسم المتحرك، وتعمل على إبطائه حتى يقف. ولو لم تكن هذه القوى موحودة لتابع الجسم مسيره باستمرار دون توقف، ويطلق على ما تقدم اسم قانون نيوتن الأول للحركة.

قانون نيوتن الأول للحركة: "يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تغير من حالته"

والصيغة الرياضية للقانون: $\Sigma F = 0$

والمقدار ΣF هو القوة المحصلة إذ قد يؤثر على الجسم أكثر من قوة، ولكن يلغى تأثير بعضها بعضاً وعندئذ يقال إن القوة المحصلة تساوى صفراً.



ونستنتج من قانون نيوتن الأول أنه عندما تكون القوة المؤثرة على الجسم تساوى صفراً ($F = 0$) فإن العجلة تساوى صفراً ($a = 0$) فلا تغير سرعة الجسم سواء كان ساكناً أو متحركاً كما نستنتج أننا نحتاج قوة لتحريك الأجسام الساكنة أو إيقاف المتحركة، ولكننا لا نحتاج قوة لجعلها تستمر في حركتها بسرعة ثابتة. ويرتبط قانون نيوتن الأول بمفهوم القصور الذاتي أو تباطؤاً وإيقاً كما يسمى بقانون القصور الذاتي.

القصور الذاتي: هو ميل الجسم الساكن إلى البقاء في حالة السكون وميل الجسم المتحرك للاستمرار في الحركة بسرعة الأصلية في خط مستقيم أى أن الأجسام تقاوم تغيير حالتها من سكون أو حركة.



تعريف

فسر المشاهدات اليومية الآتية بناء على مفهوم القصور الذاتي:



مجموعة من سيارات الأمان أثناء سباق السيارات.



يتطلع قائد الدراجة الثورية للأمام عند اصطدامها بحاجز.



يسقط القابض في الزحاجة عند سحب المحرك بسرعة.

شكل (٣٠) - مشاهدات يومية على لقصور الذاتي

تطبيقات التكنولوجيا



♦ لا تحتاج صواريخ الفضاء عقب خروجها من الجاذبية الأرضية إلى استهلاك وقود لكن تتحرك لأن القصور الذاتي يحافظ على حركتها بسرعة متظمة وفي خط مستقيم.

ومن الملاحظ أن إمكانية إيقاف الأجسام التي تتحرك تحت تأثير القصور الذاتي تتوقف على كتلة هذه الأجسام وسرعتها، حيث أنه:

♦ يصعب إيقاف شاحنة كبيرة بينما يسهل إيقاف دراجة صغيرة، بشرط أنهما يتحركان بنفس السرعة.

♦ يصعب إيقاف السيارة إذا كانت سرعتها كبيرة يسهل إيقافها إذا كانت سرعتها صغيرة.

من الملاحظتين السابقتين يتضح أن السرعة والكتلة من نقطتان معا في كمية فيزيائية مهمة، وهي ما تعرف باسم كمية التحرك.

كمية التحرك = الكتلة × السرعة

$$P = m \cdot v$$

ونفّرنا إلى أن السرعة (v) كمية متجهة، فإن كمية التحرك (P) تكون كمية متجهة أيضاً، واتجاهها هو اتجاه السرعة، ووحدة كمية التحرك هي ($\text{kg} \cdot \text{m/s}$).



Newton's second law

قانون نيوتن الثاني

عرفنا من قانون نيوتن الأول أن الجسم الذي لا تؤثر عليه قوة لا يتحرك بعجلة، وهذا بلا شك يقودنا إلى أن الجسم الذي تؤثر عليه قوة خارجية محصلة ($\Sigma F \neq 0$) تغير سرعته ويكتسب عجلة ($a \neq 0$)، ولقد حدد نيوتن العوامل التي تتوقف عليها هذه العجلة من خلال قانونه الثاني

قانون نيوتن الثاني للحركة: "القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوي المعدل الزمني للتغير في كمية تحرك هذا الجسم"

$$F = \frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{\Delta t} \quad \text{ومن قانون نيوتن الثاني}$$

$$F = m \frac{v_f - v_i}{\Delta t} = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

مما سبق يمكن التوصل إلى أن العجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم، وعكسياً مع كتلته.



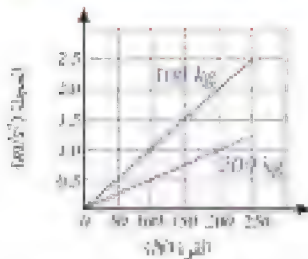
شكل (13.1) : نفس العجلة بزيادة الكتلة

شكل (13.2) : زيادة العجلة بزيادة القوة

وبناء على ذلك يمكن صياغة قانون نيوتن الثاني على النحو التالي:

صيغة أخرى لقانون نيوتن الثاني للحركة: "إذا أثرت قوة محصلة على جسم اكتسبت عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم وعكسياً مع كتلته".

$$\text{والصيغة الرياضية للقانون: } F = ma \text{ أو } a = \frac{F}{m}$$



شكل (13.3) : علاقة مباشرة بين القوة والعجلة مع كتلتين مختلفتين

ويرسم العلاقة البيانية بين العجلة التي يتحركها الجسم والقوة المؤثرة عليه نجد أن العجلة التي يتحرك بها الجسم تزداد بزيادة القوة، كما أن الجسم ذا الكتلة الأقل (مثلاً: 1000 kg) يتحرك بعجلة أكبر من الجسم ذي الكتلة الأكبر (2000 kg) إذا أثرت عليها نفس القوة. وفي ضوء قانون نيوتن الثاني يمكن إعادة تعريف وحدة النيوتن (N) من خلال هذا القانون "النيوتن هو مقدار القوة التي إذا أثرت على جسم كتلته 1 kg اكتسبت عجلة مقدارها 1 m/s² أي أن 1 نيوتن = 1 كجم / ث²"



تجربة التفكير



* تؤثر قوة مقدارها 1 N في مكعب خشبي فتكسبه عجلة معلومة، عندما تؤثر القوة نفسها في مكعب آخر فتكسبه عجلة أكبر ثلاثة أمثاله، ماذا نستنتج حول كتلة كل من هذين المكعبين؟

(العلاقة بين الكتلة والعجلة)

تطبيقات حياتية

من دراسة العلاقة:

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

يمكن أن نتوصل إلى أن القوة المؤثرة على الجسم تزداد بزيادة الكتلة، والتغير في السرعة، وتقل بزيادة زمن التأثير، في ضوء ما سبق فسّر الظواهر الحياتية التالية:



أو حدث تغير لتكثيف التحريك في فترة زمنية أقصر، فكان تأثير قوة التصادم أقل.



أو حدث تغير لتكثيف التحريك في فترة زمنية أطول، فكان تأثير قوة التصادم أكثر.

- ♦ اصطدام سيارة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدامها بكرسي من القماش.
- ♦ إذا سقط شخص من مكان مرتفع في الماء فإنه لا يتأذى بينما إذا سقط على الأرض فإنه قد يتأذى.
- ♦ تزداد حدة الإصابة بزيادة الارتفاع الذي يسقط منه الشخص.
- ♦ إذا سقطت بيضة على وسادة فإنها لا تنكسر بينما تنكسر إذا سقطت على الأرض.



- ♦ اصطدام شاحنة كبيرة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدام شاحنة صغيرة.
- ♦ تستخدم الوسائد الهوائية في السيارات لحماية السائق عند حدوث تصادم.

مثال محلول

بدفع ولد صندوقاً كتلته 20 kg بقوة مقدارها 50 N احسب عجلة الصندوق؟ (افترض عدم وجود احتكاك).

الحل:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ m s}^{-2}$$

من القانون الثاني لنيوتن عن الحركة

مثال محلول

تحركت سيارة كتلتها 1000 kg من السكون لتكتسب سرعة 20 m s^{-1} بعد زمن 5 s احسب قوة دفع السيارة للأمام (افترض عدم وجود احتكاك).

الحل:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{20 - 0}{5} = 4 \text{ m s}^{-2}$$

$$F = ma = (1000)(4) = 4000 \text{ N}$$

ومن ثم فإن

الكتلة والوزن Mass and Weight

من قانون نيوتن الثاني نتوصل إلى أن تحريك أو إيقاف جسم كتلته كبيرة كالطائرة أصعب بكثير من تحريك أو إيقاف جسم كتلته صغيرة كالدراجة. لذا نقول إن الطائرة تنابغ أي تغيير في حالتها الحركية أكثر من عابطة الدراجة، فالكتلة هي مقدار مقاومة الجسم لأي تغيير في حالة الحركية الانتقالية.



شكل (٣٣) كتلة الطائرة عن مقاومتها لأي تغيير في حالتها الحركية

ونتوصل أيضًا من قانون نيوتن الثاني إلى أن أي جسم يكتسب عجلة فلا بد من وجود قوة تؤثر عليه، وفي حالة سقوط جسم فإنه يتحرك بعجلة السقوط الحر مما يعني أنه يتأثر بقوة تعرف بقوة الجاذبية الأرضية، لذا يعرف الوزن بأنه قوة جذب الأرض للجسم، ويكون اتجاهه نحو مركز الأرض، وبحسب الوزن من العلاقة: $w = mg$



Newton's third law

قانون نيوتن الثالث



شكل (٣٦) : عند خروج القاذبة من البدنية، ماذا يحدث للبدنية؟



شكل (٣٥) : إذا جلست على كرسي، تتحرك (لا تتحرك) ثم كنت بدفع الكرسي، الذي أمامك، ماذا يحدث لك؟



شكل (٣٤) : إذا قمت بدفع بالهواء ثم تركت الهواء ليتدفق منه، ماذا يحدث للبالون؟

ركن التفكير

عندما تصطدم شاحنة كبيرة بسيارة صغيرة على أي الجسمين تكون قوة تصادم أكبر؟

لقد وجد (نيوتن) تفسيراً لكل الظواهر السابقة من خلال قانونه الثالث الذي يبحث في طبيعة القوى التي تؤثر على الأجسام، والتي توجد بشكل أزواج متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.



شكل (٣٧) : قوة الفعل تساوي قوة رد الفعل في المقدار وتعاكسا في الاتجاه

قانون نيوتن الثالث للحركة: عندما يؤثر جسم على جسم آخر بقوة فإن الجسم الثاني يؤثر على الجسم الأول بقوة متساوية لها في المقدار ومضادة لها في الاتجاه أي أن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.

والصيغة الرياضية للقانون هي: $F_1 = -F_2$



شكل (٣٨) : تصادى قوة الشد المؤثرة في الأول مع قوة الشد المؤثرة في الثاني

ويتضمن القانون الثالث ما يأتي:

- ✦ لا توجد في الكون قوة مفردة، لذلك فإن قوة الفعل ورد الفعل يتشأن معاً ويختفيان معاً.
- ✦ للفعل ورد الفعل طبيعة واحدة، فإذا كان الفعل قوة جاذبية فإن رد الفعل يكون قوة جاذبية أيضاً.
- ✦ لا يمكن القول بأن محصلة الفعل ورد الفعل تساوي صفراً؛ لأنهما يؤثران على جسمين مختلفين.

تطبيقات علمية

- ✦ تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون نيوتن الثالث، حيث تندفع كتلة ضخمة من الغازات المستعلة من أسفل الصاروخ فيكون رد فعل الصاروخ الاندفاع إلى أعلى.

التزييف

حدد قوة الفعل وقوة رد الفعل في كل صورة مما يلي:



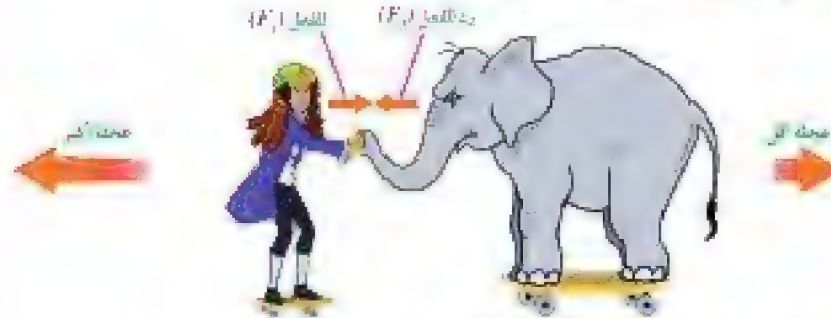
إدارة الوقت، وفقاً لـ

- ✦ احرص على استغلال وقتك أثناء الاختبارات فلا تحصل على درجات إضافية إذا أنهيت الاختبار مبكراً. لذا عليك الإجابة بدقة وحذر، والمراجعة عدة مرات تجنباً للوقوع في أخطاء عدم الانتباه الذي يمكن أن يحدث عندما تريد إنهاء الاختبار بسرعة.



مثال تطبيقي

لاحظ الشكل التالي . ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



- ما العلاقة بين القوة المؤثرة على العجل والقوة المؤثرة على الشخص ؟
- لماذا تكون قوة الفعل على العجل ورد الفعل على الشخص قوتين غير متوازيتين ؟
- إذا كانت كتلة العجل تساوي 6 مرات قدر كتلة الرجل ، فاحسب المعجلة التي يتحرك بها العجل إذا تحرك الرجل بمعجلة 2m/s² ؟ لماذا تكون معجلة العجل سالبة الإشارة ؟

الحل :

■ القوة المؤثرة على الشخص = - القوة المؤثرة على العجل

$$F_1 = -F_2$$

■ لكي يحدث الاتزان بين قوتين يشترط أن تكونا متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه، وخط عملها واحد، ويؤثران على نفس الجسم. وتطبق جميع هذه الشروط على قوى الفعل ورد الفعل فيما عدا الشرط الأخير، حيث إن الفعل يؤثر على جسم (العجل) ورد الفعل يؤثر على جسم آخر (الشخص).

■ حساب المعجلة التي يتحرك بها العجل

$$F_1 = -F_2$$

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$

$$\frac{-a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

$$m_2 = 6m_1 \quad \text{وحيث إن}$$

$$\frac{-a_1}{a_2} = 6$$

$$a_2 = -\frac{1}{6} m/s^2$$

وتدل الإشارة السالبة على أن العجل يتحرك في عكس اتجاه حركة الشخص.

الأنشطة والتدريبات

الفصل الثالث

القوة والحركة

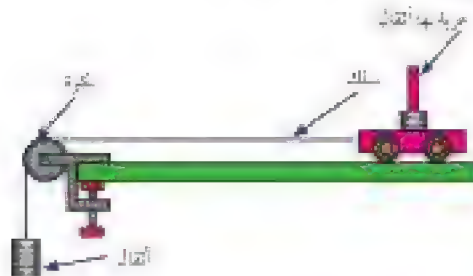
أولاً - التجارب العملية

(١) العلاقة بين القوة والعجلة،

لتكرار التجربة:

عندما تؤثر قوة على جسم فإنه يتحرك بعجلة، ولإيجاد العلاقة بين القوة والعجلة يتم سحب عربة صغيرة باستخدام قوى معلومة (وهي القوى الناشئة عن أوزان الأثقال معلومة الكتلة) وقياس العجلة التي تتحرك بها العربة من العلاقة $a = \frac{F}{m} = \frac{W}{m}$ ويرسم العلاقة بين القوة والعجلة يمكن استنتاج العلاقة بينهما.

الخطوات:



١- ركب الأدوات كما في الشكل المجاور.

٢- أضف أثقالاً كتلة كل منها (٩ g) بشكل تدريجي إلى الخطاف إلى أن تبدأ العربة بالحركة ببطء وبسرعة ثابتة، ومعنى ذلك أن هذه الأثقال قد ألغيت تأثير قوة الاحتكاك.

٣- ماذا تتوقع أن يحدث إذا أضفت أثقالاً أخرى؟

٤- عند أحد الأثقال كتلته (١٠ g) وعلفه على الخطاف.

٥- قس المسافة (d) التي منقطعها العربة.

الأمان والسلامة



لوائح التعليم المتوقعة

في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على أن:

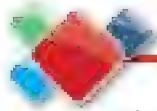
- تستخرج العلاقة بين كتلة الجسم والعجلة التي يتحرك بها عندما تؤثر عليه قوة.

المستلزمات والأدوات المطلوبة

- الملاحظة - القياس - الثقة في إجراء القياسات - الاستنتاج - العمل التعاوني.

المواد والأدوات

- لوح خشبي أملس - متر خشبي - خيط - عربة صغيرة - خطاف - مجموعة أثقال - بكرات ملونة - سلك معدني - ساعة إيقاف.



٦. اسمح للزربة بالحركة وقس الزمن اللازم (t) لقطع المسافة (d) وكرر هذه الخطوة ثلاث مرات وسجل متوسط الزمن في الجدول.

٧. علن ثقلًا آخر (10 g) على الخطاف وكرر الخطوة السابقة، ثم خذ الثقل الثالث (10 g) وعلقه في الخطاف وكرر الخطوة السابقة وسجل نتائجك في الجدول.

النتائج:

٨. احسب في كل مرة القوة المسيبة للمجلة (القوة تساوي وزن الكتلة التي أضفتها

$$(F) = mg = 100g$$

٩. احسب المعجلة التي تتحرك بها الزربة من العلاقة: $a = 2d/t^2$

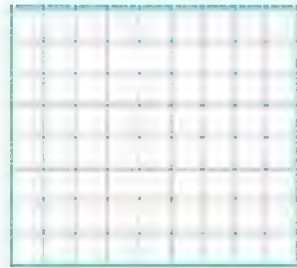
١٠. دون النتائج في الجدول التالي:

الكتلة	القوة	الزمن	مربع الزمن	المسافة	المعجلة
0.01 kg	0.1 N				
0.02 kg	0.2 N				
0.03 kg	0.3 N				

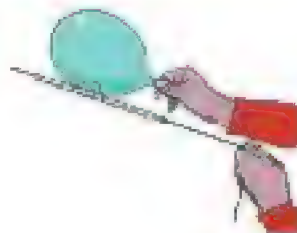
تحليل النتائج: مثل بيانيًا العلاقة بين القوة على المحور الرأسي والمعجلة على المحور الأفقي.

١١. عين ميل الخط البياني، ثم احسب كتلة الزربة من الرسم البياني.

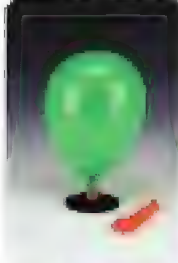
الاستنتاجات:



ثانيًا - الأنشطة التقويمية



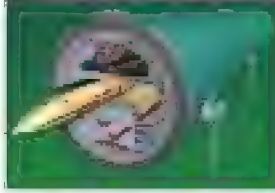
١. صمّم نموذجًا لصاروخ يعمل بدفع الهواء يثبت خيط بين جدارين متقابلين بحيث يمر من خلال أنبوب ماص، ثم تثبت بالون مملوء بالهواء في الأنبوبة مع غلق الطرف المفتوح بالإصبع، بعد ذلك ابعده عن فوهة البالون ليمسح بخروج الهواء منه، إلى أين يتجه البالون؟ ما وجه الشبه بين حركة البالون وحركة الصاروخ؟



نموذج للحركة الهوائية

٢ يعتقد بعض العلماء أن المركبات الهوائية (Hovercraft) ستكون وسيلة المواصلات الرئيسية في المستقبل بآيا وبحرا، وتتحرك هذه المركبات على وسائل هوائية تعمل على تقليل احتكاكها بالماء أو الطريق، وبالتالي تحقق النصف الثاني من قانون نيوتن الأول، حيث تستمر في حركتها بدون توقف بسبب انعدام قوة الاحتكاك مما يجعل سرعتها أكبر بكثير من السفن والسيارات.

بالتعاون مع زملائك صمم نموذجاً للمركبة الهوائية باستخدام فطاء زجاجة مياه، وبالون، ومادة لاصقة، وأسطوانة مدمجة.



٣ تستعد الصين لتصنيع القطار الأكثر سرعة في العالم، ويعتمد القطار، في سيره، على نفق خال من الهواء، ما يعني عدم وجود احتكاك بين القطار والهواء المقاوم للسرعة لعدم وجود الهواء في النفق أصلاً. اكتب بحثاً عن هذا النوع من القطارات ومدى إمكانية تطبيقها في مصر.

ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

١ إذا تحرك قطار حجة تلاميذ، فما الاتجاه الذي ستتحرك فيه حقيبة صغيرة موضوعة أسفل أحد المقاعد؟

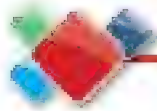
٢ يمكن القول بأن القانون الأول للحركة هو حالة خاصة من القانون الثاني، وضح ذلك.



٣ ما وزن مجسم فضائي كتلته 225 kg على سطح القمر. بفرض أن عجلة الجاذبية على سطح القمر تساوي 1.62 m/s^2

٤ احسب العجلة التي تتحرك بها مجموعة الأثقال إذا علمت أن الكتلة الأولى تساوي (4.5 kg) والكتلة الثانية تساوي (7 kg) مع إهمال قوة الاحتكاك.

٥ قذف رائد فضاء حسمًا صغيرًا في اتجاه معين، ماذا يحدث لهذا الرائد؟ وفي ضوء ذلك اقترح طريقة لتتمكن المركبة الفضائية من تغيير اتجاهها خارج الغلاف الجوي.



٦. اختر الإجابة الصحيحة:

١. عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة على سيارة متحركة صفراً،

أ. تتحرك السيارة بحجلة موجية. ب. تتحرك السيارة بعجلة موجية.

ج. تتحرك السيارة بسرعة منتظمة. د. تتوقف السيارة.

٢. نغير عن قانون نيوتن الثالث بالعلاقة الرياضية

أ. $\Sigma F = 0$ ب. $\Sigma F \neq 0$

ج. $F = ma$ د. $F_1 = -F_2$

٧. أكمل المخطط التالي:



٨. أكمل الكلمات المتقاطعة التالية:

افقياً:

(١) قوة جذب الأرض للجسم.

(٢) لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.

(٣) مقدار ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية الانتقالية.

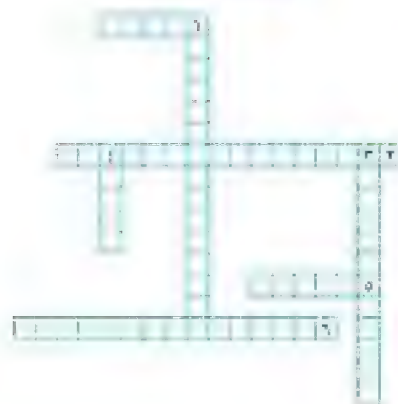
(٤) يبقى الجسم الساكن ساكناً والجسم المتحرك يبقى متحركاً بسرعة ثابتة في خط مستقيم ما لم تؤثر على أي منهما قوة محصلة تغيرهما على تغيير ذلك.

رأسياً:

(١) جهاز قياس القوة.

(٢) ميل الجسم الساكن إلى الاستمرار في السكون وميل الجسم المتحرك للاستمرار في الحركة بسرعه الأصلية.

(٣) مؤثر خارجي يؤثر على الجسم فيسبب تغييراً في حالته أو اتجاهه.





تدريبات عامة على الباب الثاني

اختر الإجابة الصحيحة

١ تمير دراجة بسرعة ثابتة في خط مستقيم في اتجاه الشرق، عندما تكون القوة المحصلة على الدراجة ...

- أ صفراً. ب سالبة.
ج موجبة. د في اتجاه الشرق.

٢ عند قذف جسم بسرعة ابتدائية v_i في اتجاه يجعل زاوية 60° على الاتجاه الأفقي، فإنه يصل إلى مسافة أفقية R ، فكي يصل الجسم إلى مسافة أبعد علينا قذفه بنفس السرعة بزاوية

- أ 90° ب 75°
ج 45° د 30°

٣ يتحرك الجسم بعجلة متغيرة عندما ...

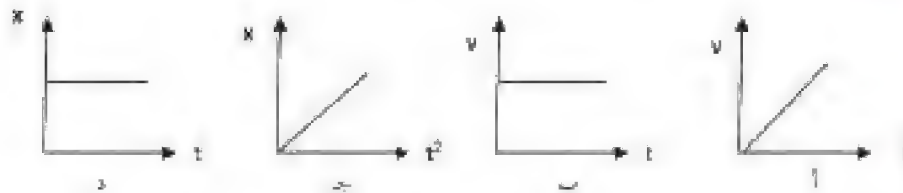
أ يقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية.

ب تتناقص سرعته بمقادير متساوية في أزمنة متساوية.

ج تزداد سرعته بمقادير متساوية في أزمنة غير متساوية.

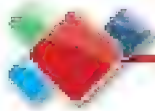
د تكون القوة المحصلة المؤثرة على الجسم صفراً.

٤ الشكل البياني الذي يمثل جسماً يتحرك بسرعة متغيرة ...



٥ عندما يكون اتجاه العجلة عكس اتجاه السرعة ...

- أ تقل القوة المحصلة. ب تزداد سرعة الجسم.
ج تقل سرعة الجسم ثابتة. د تتناقص سرعة الجسم.



٣ وفن كل نموذج نقطي يصف حركة جسم مع الرسم البياني الذي يصف نفس الحركة:



٤ ثلاث كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتلة، سحب الكتلة بقوة أفقية على سطح أملس، كما في الشكل، أوجد:



➤ عجلة كل الكتلة.

➤ قوة الشد في كل خيط.

٥ يجر فيل ساقاً خشية كتلتها (0.5 ton) على سطح

أفقي بسرعة ثابتة بواسطة جبل، يصلع زاوية 60°

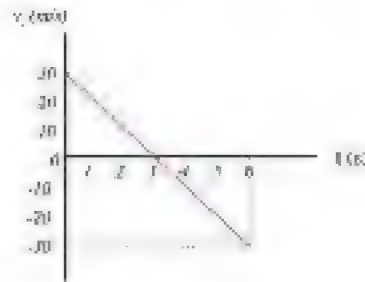
مع المستوى الأفقي، كما في الشكل، إذا علمت أن قوة

الاحتكاك بين الساق والأرض (200 N)، فاحسب:

➤ قوة الشد في الحبل.

➤ قوة الشد اللازمة كي تكتسب الساق عجلة

2 m/s^2



٦ الرسم البياني يعبر عن تغير مركبة السرعة العمودية

لجسم مقذوف في مجال جاذبية الأرض، إذا كانت

زاوية القذف 30° ، فاحسب:

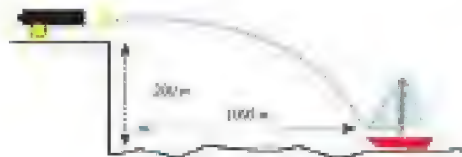
➤ مقدار السرعة التي قذف بها الجسم.

➤ أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.

➤ المدى الأفقي للجسم.

٧ في الشكل احسب السرعة التي يجب أن تنطلق بها القذيفة من فوهة المدفع لكي تصيب السفينة.

$(a = 10 \text{ m/s}^2)$





ملخص الباب

أولاً، المقادير الرئيسية:

- ❖ **الحركة** هي التغير الحادث في موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة لموضع جسم آخر.
- ❖ **السرعة** هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة.
- ❖ **العجلة** هي التغير في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن.
- ❖ **عجلة السقوط الحر** هي العجلة المنتظمة التي تتحرك بها الأجسام أثناء سقوطها سقوطاً حراً نحو سطح الأرض.

ثانياً، العلاقات الرئيسية:

$$\begin{aligned} v_f &= v_i + at & d &= v_i t + \frac{1}{2} at^2 & 2ad &= v_f^2 - v_i^2 \\ v_{ix} &= v_i \cos \theta & v_{iy} &= v_i \sin \theta \end{aligned}$$

ثالثاً، القوانين الرئيسية:

- ❖ **قانون نيوتن الأول**: "يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تغير من حالته." $\Sigma F = 0$
- ❖ **قانون نيوتن الثاني**: "إذا أثرت قوة محصلة على جسم أكسبته عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم وعكسياً مع كتلته" $F = ma$
- ❖ **قانون نيوتن الثالث**: لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه. $F_1 = -F_2$



خريطة الباب



الباب الثالث

الحركة الدائرية

Circular Motion

فصول الباب

الفصل الأول : قوانين الحركة الدائرية

الفصل الثاني : الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

مقدمة الباب

تعتبر الحركة في دائرة من أهم أنواع الحركة الشائعة في الطبيعة، فحركة بعض الألعاب في الملاهي، وحركة الأرض حول الشمس، والقمر حول الأرض، وغيرها، لذا سنعرض في هذا الباب لدراسة الحركة في دائرة، ووصف كمية حيويتها، ودراسة العديد من العلاقة الجاذبة عليها، واستنتاج العلاقات الرياضية المستخدمة في وصفها، وكذلك عرض أهم التطبيقات السياسية والتكنولوجية ذات الصلة بها.

أهداف الباب

في نهاية هذا الباب تكون قادراً على أن:

- تستنتج قوانين الحركة في دائرة.
- تستنتج قيمة العجلة المركزية وتحدد مفهومها.
- تستنتج قانون القوة الجاذبة المركزية.
- تحسب قيمة القوة الجاذبة المركزية.
- تستنتج قانون الجذب العام.
- تستنتج عوامل تغير سرعة قمر صناعي أثناء حركته حول الأرض.
- تفسر دوران القمر حول الأرض في مسار ثابت تقريباً.

تجارب الوحدة المختصة

- ♦ تقدير جهود (إسحاق نيوتن) في اكتشاف قانون الجذب العام.
- ♦ تقدير دور العلم وتطبيقاته في خدمة المجتمع من خلال دراسة أهمية الأفعار الصناعية.
- ♦ اكتشاف بعض جوانب الوعي العروزي، وإدراك أهمية اتباع القواعد المرورية الصحيحة.

معارف العلم ومهارات التفكير المختصة

- ♦ التفسير العلمي.
- ♦ الاستنتاج.
- ♦ المقارنة.
- ♦ التصنيف.
- ♦ حل المشكلات.
- ♦ التطبيق.
- ♦ مهارة عرض البيانات.

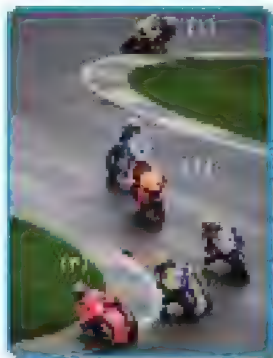


الفصل الأول

قوانين الحركة الدائرية

Laws of circular motion

من خلال دراستك لقانون نيوتن الثاني تعلمت أنه عندما تؤثر قوة على جسم متحرك بسرعة منتظمة فإنه يكتسب عجلة، أي يحدث تغير في سرعته، ويعتمد التغير الحادث في السرعة على اتجاه القوة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة، وذلك على النحو التالي:



شكل (١١): الحركة في مسار دائري

فعندما يزيد الجسبان (٢) في الشكل (٩) من تدفق الوقود تكتسب الدراجة النارية قوة في نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها، أما عندما يضغط على القراميل فإن القوة تكون في عكس اتجاه الحركة فتقل السرعة، وعندما يميل المتسابق (١) أو (٣) جسمه يميناً أو يساراً تتولد قوة عمودية على اتجاه الحركة، وبالتالي يتغير اتجاه الحركة ويسير في مسار دائري.

ويبين الرابط المقابل سبب حركة جسم في مسار دائري.



استنتاجات قانون نيوتن الثاني

في نهاية هذا الفصل نطور قادراً على أن:

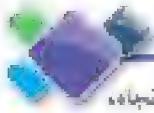
- تستخرج قوانين الحركة في دائرة.
- تستخرج قيمة العجلة المركزية وتحدد مفهومها.
- تستخرج قانون القوة الجاذبة المركزية.
- تحسب القوة الجاذبة المركزية.

مفاهيم أساسية

- الحركة الدائرية
Circular Motion
- العجلة المركزية
Centrifugal Acceleration
- القوة الجاذبة المركزية
Centrifugal Force

تدعيم التعلم (المادة العلمية)

- فيديو تعليمي: مقدمة عن الحركة في دائرة.
http://www.youtube.com/watch?v=PNjw_L2Q26s
- مروحة عملاقة: قانون الحركة في دائرة.
<http://www.youtube.com/watch?v=ducedRPF5X8>



- الحركة الدائرية المنتظمة: هي حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة في المقدار ومتغيرة في الاتجاه، وتسمى القوة المؤثرة على هذا الجسم في اتجاه المركز بالقوة الجاذبة المركزية.
- القوة الجاذبة المركزية: هي تلك القوة التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائري.



شكل (١٥): لماذا لا يخرج الماء من فوهة الدلو؟

القوة الجاذبة المركزية:

- ❖ فم بعلء دلو إلى منتصفه بالماء وحركه في دائرة رأسية بسرعة كافية، هل يخرج الماء من فوهة الدلو؟
- ❖ يمكن تفسير عدم خروج الماء من فوهة الدلو بأن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه تكون عمودية على اتجاه الحركة وبالتالي تعمل على تغيير اتجاه السرعة دون تغيير لمقدارها فتدور المياه في المسار الدائري وتبقى داخل الدلو.

Types of Centripetal Forces

١- أنواع القوى الجاذبة المركزية



شكل (١٥): لماذا لا يخرج الماء من فوهة الدلو؟

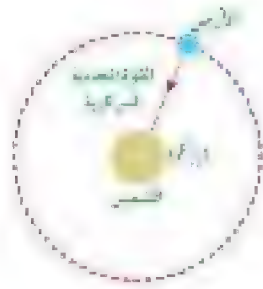
لا تعتبر القوة الجاذبة المركزية نوعاً جديداً من القوى، فهي ببساطة الاسم المعطى لأي قوة تؤثر عمودياً على مسار حركة الجسم وتجعله يتحرك في مسار دائري، فقد تكون القوة الجاذبة المركزية هي قوة شد، أو قوة تجاذب مادي، ... إلخ. وفيما يلي بعض أمثلة هذه القوى:

- ١- قوة الشد (F_p): عند سحب جسم باستخدام حبل أو سلك تنشأ فيه قوة شد، وعندما تكون هذه القوة في اتجاه عمودي على اتجاه حركة جسم يتحرك بسرعة ثابتة، فإنه يتحرك في مسار دائري، وتكون قوة الشد هي نفسها القوة الجاذبة المركزية.



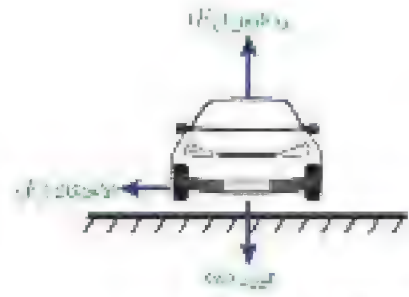
شكل (١٦): تعمل قوة الشد في المحيط كقوة جاذبة مركزية

٢-١ قوة التجاذب (المعادى F_g): تنشأ بين الأرض والشمس قوة تجاذب عمودية على اتجاه حركة الأرض، لذا تتحرك الأرض في مسار دائري حول الشمس.



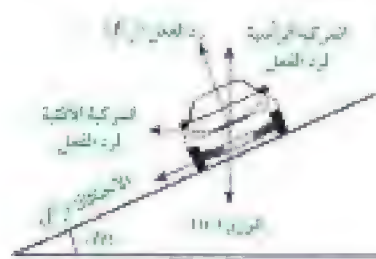
شكل ٥٧١: تعمل قوة التجاذب المعادى لقوة جاذبة مركزية

٣-١ قوة الاحتكاك (F_f): عندما تتعطف سيارة في مسار دائري أو متعرج تنشأ قوة احتكاك بين الطريق وإطارات السيارة، وتكون هذه القوة عمودية على اتجاه حركة السيارة وفي اتجاه مركز الدائرة وبالتالي تتحرك السيارة في المسار المنحني.

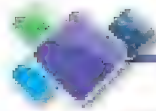


شكل ٥٨١: تعمل قوة الاحتكاك لقوة جاذبة مركزية

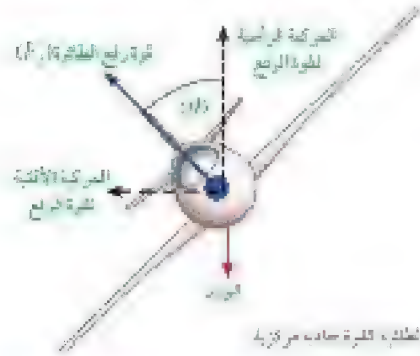
٤-١ قوة رد الفعل (F_R): تؤثر قوة رد الفعل دائمًا عموديًا على السيارة، وفي حالة إذا كان المسار الدائري للسيارة مائلًا بزاوية على الأفق تنتج مركبة أفقية لقوة رد الفعل باتجاه مركز الدائرة تساعد على دوران السيارة. وفي هذه الحالة تكون القوة الجاذبة المركزية هي مجموع مركبة قوة رد الفعل الأفقية وقوة الاحتكاك باتجاه مركز الدوران.



شكل ٥٩١: القوة المحاذية المركزية هي مجموع مركبتي رد الفعل والاحتكاك في الاتجاه الأفقي



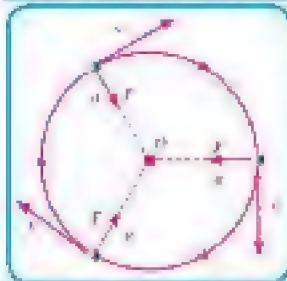
١- قوة الرفع (F_L): تؤثر قوة رفع الطائرة دائماً عمودياً على جسم الطائرة، وعندما تميل الطائرة تتج مركة أفقية لقوة الرفع باتجاه مركز الدائرة فتكون هي القوة المركزية المؤثرة على الطائرة.



شكل ١٠٥: تخطيط القوى المؤثرة على الطائرة أثناء الدوران

Centripetal Acceleration

٢- العجلة المركزية



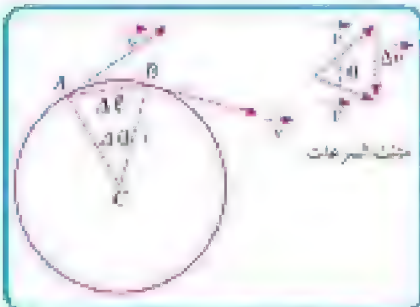
شكل ١١٠: تخطيط السرعة والعجلة المركزية أثناء الحركة المنتظمة في مسار دائري

عندما تؤثر قوة مقدارها (F) عمودياً على اتجاه حركة جسم كتلته (m) وسرعته (v) فإنه يتحرك في مسار دائري نصف قطره (r)، ويحدث تغير في اتجاه السرعة، وبالتالي تكون للجسم عجلة (a_c) تسمى بالعجلة المركزية ويكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية.

وبين الرابط التالي كيفية حساب العجلة المركزية



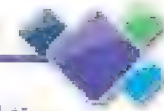
العجلة المركزية (a_c) هي العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة



شكل ١١٢: حركة جسم من A إلى B

وبلاحظ من الشكل (١١٢) أنه عند تحرك الجسم من النقطة (A) إلى النقطة (B) أن السرعة (v) تغير في الاتجاه، ولكن تحتفظ بمقدارها ثابتاً وبذلك فإن التغير في السرعة (Δv) يتج عن التغير في اتجاه السرعة فقط.

حساب قيمة العجلة المركزية:



من تشابه المثلث (CAB) مع مثلث السرعات المبين في شكل (١٢) يمكن كتابة العلاقة الآتية:

$$\frac{\Delta \ell}{r} = \frac{\Delta v}{v} \quad (1)$$

حيث Δv هي اتجاه مركز الدائرة

$$\therefore \Delta v = \frac{\Delta \ell}{r} \cdot v \quad (2)$$

فإذا انتقل الجسم من النقطة (A) إلى النقطة (B) في فترة زمنية (Δt) فإن العجلة في اتجاه المركز (a) تحسب بقسمة المعادلة (2) على (Δt) :

$$\begin{aligned} \therefore a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \cdot \frac{1}{r} \\ \therefore \text{وحيث أن } \frac{\Delta \ell}{\Delta t} &\text{ يساوي } (v) \text{ فإن العجلة المركزية تساوي} \\ \therefore a &= \frac{v^2}{r} \quad (3) \end{aligned}$$

حساب قيمة القوة الجاذبة المركزية (F).

من قانون نيوتن الثاني تعطى القوة من العلاقة $(F = m a)$ أي أن:

القوة المركزية أثناء الحركة الدائرية المنتظمة = الكتلة × العجلة المركزية

وبالتعويض عن قيمة العجلة المركزية من العلاقة (3) نجد أن:

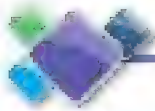
$$\therefore F = m \times \frac{v^2}{r} \quad (4)$$

حساب قيمة السرعة المحاسبية (v).

إذا افترضنا أن الجسم قام بعمل دورة كاملة في المسار الدائري خلال زمن قدره (T) ويطلق على هذا الزمن مصطلح الزمن الدوري، وخلال هذا الزمن يكون قد قطع مسافة مقدارها محيط الدائرة وهو $(2\pi r)$ وبالتالي يمكن حساب السرعة المحاسبية (سرعة الدوران) على النحو التالي:

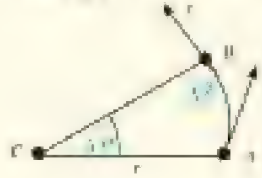
$$v = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{2\pi r}{T}$$

معنى ذلك أنه يمكن حساب السرعة المحاسبية (v) بمعلومة كل من الزمن الدوري (T) ونصف قطر الدوران (r) .



السرعة الزاوية

■ إذا تحرك جسم بسرعة مماسية (v) في دائرة نصف قطرها (r) من النقطة (A) إلى النقطة (B) ليقطع مسافة (Δl) وزاوية قدرها ($\Delta \theta$) في زمن قدره (Δt) فإن المقدار $\left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t}\right)$ يعرف بالسرعة الزاوية (ω).



$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad (1)$$

ومن المعروف أن قيمة الزاوية بالتقدير الدائري تساوي النسبة بين طول القوس إلى نصف القطر.

$$\Delta \theta = \frac{\Delta l}{r}$$

أي أن:

وبالتعويض عن قيمة ($\Delta \theta$) في المعادلة (1) نجد أن:

$$\omega = \frac{\Delta l}{\Delta t} \times \frac{1}{r} = \frac{v}{r}$$

$$\therefore v = \omega r$$

∴ السرعة المماسية = السرعة الزاوية × نصف القطر

وحيث إنه

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \omega r = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T}$$

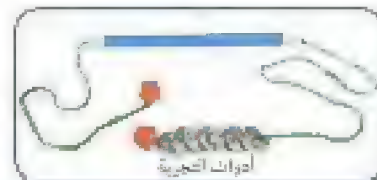
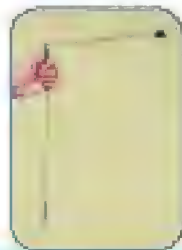
إثبات صحة العلاقة القوة الجاذبة المركزية

1 ربط سداة مطاطية كتلتها (m) في خيط ثم مرر الخيط خلال البوبة معلّبة أو بلاستيكية (مثل البوبة القلم) وبعد ذلك ربط الطرف الآخر بقل كتله (M).

2 عندما نحرك قطعة المطاط في مسار دائري فإن القوة الجاذبة المركزية تنشأ من قوة شد الخيط (F_p) والذي يساوي وزن الثقل المعلق. أي أن: $F = F_p = Mg$

$$F = Mg = m \frac{v^2}{r}$$

3 باستخدام المواد السابقة وساعة إيقاف أثبت عملياً صحة العلاقة:



مثال تطبيقي

في التجربة السابقة كانت كتلة البندالة المعطاة 1.3 kg ، وأقيمت البندالة في مسار دائري أفقي نصف قطره 0.93 m لتتصنع 50 دورة في زمن قدره 59 s، احسب كتلة الثقل المعلق في الطرف الآخر للخيوط.

حساب الزمن الدوري:

$$T = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الدورات}} = \frac{59}{50} = 1.18 \text{ s}$$

حساب السرعة:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.93}{1.18} = 4.9 \text{ m/s}$$

حساب قوة الشد:

$$F = m \frac{v^2}{r} = 0.013 \times \frac{14.9^2}{0.93} = 0.34 \text{ N}$$

حساب كتلة الثقل:

$$M = \frac{F}{g} = \frac{0.34}{9.8} = 0.035 \text{ kg}$$

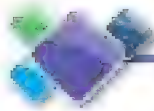
العوامل التي تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية:

من الضروري حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والمسكنات الحديدية، وذلك لكي تتحرك السيارات والقطارات في هذا المسار السحني دون أن تنزلق، ومن خلال دراسة العلاقة (4) يمكن التوصل إلى أن القوة الجاذبة المركزية تتوقف على العوامل التالية:

1- كتلة الجسم m : حيث تتناسب القوة الجاذبة المركزية طردياً مع الكتلة (عند ثبات v ، r)، فالقوة اللازمة لتتحرك دراجة في مسار منحني أقل من القوة اللازمة لتتحرك شاحنة في نفس المسار، وهذا يفسر منع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة.

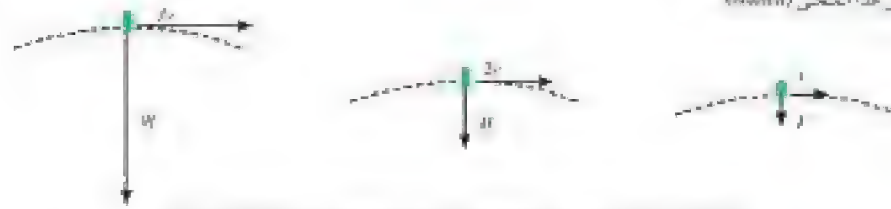


شكل (١٣) - لا يسمح بمرور المقطورات والشاحنات على بعض المنحنيات الضيقة، ما يفسر ذلك؟



شكل ١١١: السرعة القصوى على هذا المنحنى (80km/h)

٢- **السرعة المربعة:** حيث تتناسب القوة المركزية طرديًا مع مربع السرعة (عند ثبات r ، m)، فكلما زادت سرعة السيارة احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار المنحني، لذلك يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغي تجاوزها.



شكل ١١٢: تأثير سرعة جسم يتحرك في مسار منحني على مقدار القوة المركزية

٣- **نصف قطر المنحنى:** حيث تتناسب القوة المركزية عكسيًا مع نصف قطر المسار (عند ثبات v ، m)، فكلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة مركزية أكبر لتدوير فيه، وبالتالي تزداد خطورة هذا المنحنى، وتجنب ذلك ينبغي السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة.



شكل ١١٣: عندما تكون السرعة القصوى (40km/h) على المنحنى الأول في نصف القطر ويكون (60km/h) على المنحنى الآخر من صلب المنعرج

ما تأثير نقص القوة المركزية على نصف قطر الدوران؟

عندما تناقص القوة المركزية فإن هذا يعني أن نصف القطر سيزداد، وذلك لأن $r = \frac{v^2}{a}$ ، أي أن الجسم سينحرف عن مركز الدائرة، وإذا أصبحت القوة المركزية صغيرًا فإنه سيتحرك في خط مستقيم بسبب القصور الذاتي.



شكل ١١٤: لماذا نطلق نظام التعليق المرن في السيارات؟
المرونة بالتعليقات مستقيمة ويرجع ذلك
مباشرة عند استعمال حجر العسل الكروي؟

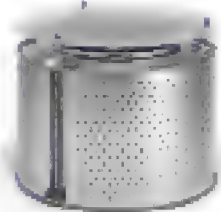
فإذا افترضنا أن سيارة تتحرك على مسار منحني وكان الطريق لزجًا فإن قوى الاحتكاك تكون غير كافية لإدارة السيارة في المسار المنحني فتزلق السيارة وتزحف الإطارات على الطريق اتجانبًا، ولا يمكن للسيارة أن تستمر في المسار المنحني.



شكل (١٨) توازن السيارة خارج المنحنى إذا كانت القوة الجاذبة المركزية غير كافية

أنشطة خارج حجرة الدراسة:

قم بزيارة إدارة المرور في محافظتك وذلك للتعرف على الجهود التي يبذلها رجال المرور في خدمة المواطنين، وكذلك تعرف أهم أسباب حوادث الطرق وكيفية الوقاية منها.



شكل (١٩) صندوقان للتحليل
سرعة كبيرة تطلق جزيئات الماء باتجاه
المحيط المحيط دائرة الدوران

✦ يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائري عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة في المسار الدائري في العديد من التطبيقات الحياتية والتي منها تجفيف الملابس، وضع غزل البنات، ولعبة الترامبولين الدوارة في الملاهي. ففي تجفيف الملابس على سبيل المثال نجد أن جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينة، وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون هذه القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات في مدارها، وبالتالي تطلق باتجاه المماس لمحيط دائرة الدوران وتنفصل عن الملابس.

تدريب

حجر كتلته (600 g) مربوط في خيط طوله (10 cm) ويدور بسرعة (3.0 m/s) احسب القوة الجاذبة المركزية، وما الذي توافع حدوثه إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط هي (50 N) ؟

الحل:

حساب القوة الجاذبة المركزية:

$$F = m \frac{v^2}{r} = 0.6 \times \frac{(3)^2}{0.1} = 54 \text{ N}$$

وبحث إن القوة الجاذبة المركزية أكبر من أقصى قوة شد يتحملها الخيط لذا فإنه سيقطع ويتحرك الحجر في خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائري الذي كان يشكله لحظة تقطع الخيط.



الأنشطة والتدريبات

الفصل الأول

قوانين الحركة الدائرية

أولاً - التجارب العملية

(١) يبين الحركة على الدائرية.

فكرة التجربة

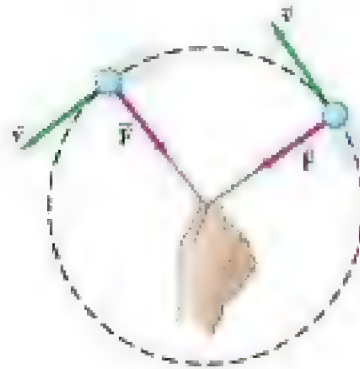
علماً أن القوة المركزية تلزم للدوران جسم في مسار دائري

وتسمى القوة المركزية الجاذبة *Centripetal Force*

وتهدف التجربة إلى وصف حركة جسم يدور في مسار دائري وإدراك

مفهوم القوة الجاذبة المركزية.

خطوات العمل



١ اربط كرة نسي بخيط، واترك باقي الخيط بطول مناسب (حوالي

120 cm).

٢ ارسم بالقلم الرصاص دائرة ذات نصف قطر مناسب.

٣ ضع الكرة عند نقطة على محيط الدائرة.

٤ أمسك طرف الخيط بيدك عند موضع مركز الدائرة.

السلامة والسلامة



نواحي التحذير المهمة

في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على أن:

« وصف حركة جسم في دائرة.

« شرح المقصود بالقوة الجاذبة المركزية.

التقارير والتجارب المستقلة

« الملاحظة - الوصف - الاستنتاج

المواد والأدوات

كرة نسي - خيط.



- ٥ أدر الكرة بسرعة مناسبة، بحيث تتحرك على محيط الدائرة الذي رسمته.
- ٥ كرر الخطوة السابقة بأطوال مختلفة (25 - 50 - 75 - 100 cm)، وذلك بمساعدة أفراد مجموعتك.
- ٧ اترك الخيط فجاء من يدك وسجل الاتجاه الذي تتحرك فيه الكرة.

الملاحظات:

طول الخيط	وصف الحركة
25 cm	
50 cm	
75 cm	
100 cm	

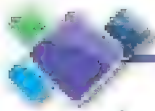
- هل شعرت بضرورة جذب الخيط للداخل لتستمر الكرة في الدوران في مسارها؟ (نعم / لا).
- عندما تركت الخيط فجاء: هل لاحظت أن الكرة تستمر في المسار الدائري، أم تطلق في اتجاه السرعة المماسية الخطية في خط مستقيم؟

- ارسم سهمًا من نقطة على محيط الدائرة في اتجاه حركة الكرة التي تركتها.
- فسر النتائج التي حصلت عليها.

ثانياً - الأنشطة التكوينية

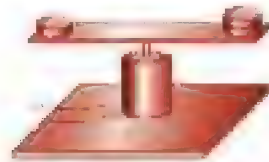


- ٥ اشرح فكرة عمل أجهزة الفصل المركزي التي تعتمد على مبادئ الحركة في دائرة، ثم اعرض لبعض استخداماتها في المجالات المختلفة مثل: فصل خلايا الدم عن البلازما، وفصل اليورانيوم عن الشوائب في عملية تخصيب اليورانيوم، وفصل القشدة عن اللبن



١ مستعيناً بزملائك صمّم جهازاً كالـموضح بالشكل، والذي يتكون من سلك معدني يدخل في ثقبين كرتين إحداهما بلاستيكية خفيفة والأخرى حديدية ثقيلة، ثم أدر السلك باستخدام محرك صغير، أي الكرتين سترتفع إلى أعلى أكثر من الأخرى؟ لماذا؟

٢ صمّم الجهاز الممين بالصورة بنيت مركز مسطرة على محور محرك صغير، وثبتت المحرك على قاعدة خشبية ووصل المحرك مع بطارية، ثم استخدم هذا الجهاز في دراسة العلاقة بين القوة الجاذبة المركزية ونصف قطر الدوران، وكذلك القوة الجاذبة المركزية والكتلة.



ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

١ أكمل العبارات الصحيحة التالية بما يناسبها:

أ في الحركة الدائرية المنتظمة يكون اتجاه العجلة المركزية دائماً نحو والقوة المركزية

تكون في اتجاه ولا يحدث تغير في قيمة ولكن يحدث تغير في

ب في الحركة الدائرية المنتظمة تسمى القوة ثابتة المقدار العمودية على اتجاه السرعة الخطية بـ

ج في الحركة الدائرية المنتظمة تتميز السرعة المماسية للجسم بأنها وأنها

د تعتمد قيمة العجلة المركزية أثناء الحركة الدائرية المنتظمة على ، وكذلك على

٢ عاقل لما يأتي:

أ ولعم أن الجسم الذي يتحرك حركة دائرية منتظمة يتأثر بقوة مركزية جاذبة نحو المركز، لكنه لا يقترب أبداً من مركز الدائرة.

ب عند المنعطف يعجل راكب الدراجة بدراجته وجسمه نحو مركز المسار الدائري.

ج عندما تنعطف السيارة عند المنحنى تعالط على سيرها في المنحنى ولا تحيد عنه.



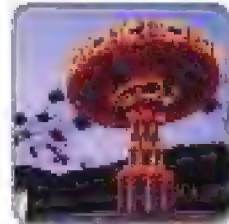
٢ جسم كتلته (100 gm) يتحرك في على محيط دائرة نصف قطرها (50 cm) حركة دائرية منتظمة، بحيث يستغرق زمناً قدره $(\pi \text{ s})$ لعمل (45) دورة كاملة.

احسب: \rightarrow زمن الدورة، \rightarrow السرعة الخطية، \rightarrow العجلة المركزية.

٤ حدد نوع القوة الجاذبة المركزية (تجاذب مادي، تجاذب كهربي، قوة شد، قوة رد الفعل، قوة ربح) في كل حالة من الحالات الآتية:



دوريات الطائر



الدورات في لعبة التكرار الطائر



دوريات الطائر

٥ عند تدوير حجر مثبت في نهاية خيط في مسار دائري، ما اتجاه القوة المؤثرة عليه؟ ما فائدتها؟ ما اتجاه الحركة إذا انقطع الخيط؟

٦ ما اتجاه القوة التي يؤثر بها حزام الأمان على سائق السيارة عندما تنعطف السيارة؟

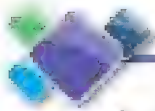
٧ ربط جسم كتلته 2 kg في طرف خيط ليدور في مسار دائري أفقي نصف قطره 50 m بحيث يصنع (3) دورات في الثانية، احسب،

\rightarrow السرعة الخطية (المماسية).

\rightarrow العجلة المركزية.

\rightarrow قوة شد الحبل للجسم.

٨ سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة ثابتة 5 m/s تدور حول متحن نصف قطره 50 m ، احسب قوة الاحتكاك المركزية التي تحافظ على حركة السيارة حول المتحن.



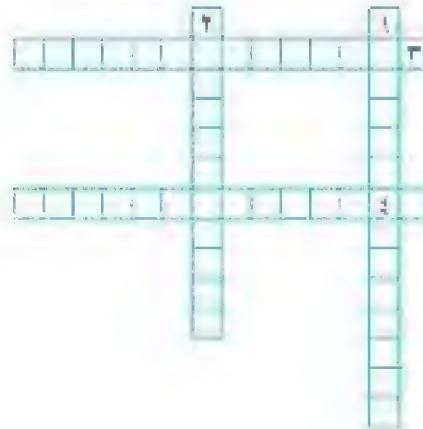
٩٠ راكب دراجة يتحرك في مسار دائري بسرعة مساوية مقدارها 13.2 m/s إذا كان نصف قطر المسار 40 m والقوة التي تحافظ على الدراجة في مسارها الدائري تساوي 377 N ، فأحسب كتلة الدراجة والراكب معاً.

٩١ سيارة سباق كتلتها 905 kg تتحرك في مسار دائري طوله 3.25 km ، احسب السرعة المماسية للسيارة إذا كانت القوة اللازمة للحفاظ على الحركة الدائرية للسيارة تساوي 2140 N .



٩٢ هل يظل الماء في الدلو عندما تقوم بتدويره في مسار رأسي كما في الشكل؟ فسر إجابتك.

٩٣ أكمل الكلمات المتقاطعة التالية:



اكتب:

- (٢) العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة
- (٣) القوة التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على حركة الجسم، فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائري.

واسمها:

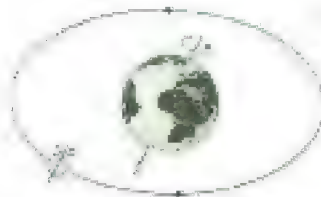
- (١) حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة في المقدار ومتغيرة في الاتجاه.
- (٤) الزمن الذي يقطع فيه الجسم محيط الدائرة.



الفصل الثاني

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

Universal Gravitation and Circular Motion



شكل (٢١١) حركة القمر حول الأرض

قد درس نيوتن طبيعة هذه الـ
على كتل الأجسام
المتجاذبة كما تتوقف على
المسافة الفاصلة، وذلك
على النحو التالي:

«كل جسم مادي في الكون يجذب أي جسم آخر بقوة
تناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع
البعد بين مركزيهما»

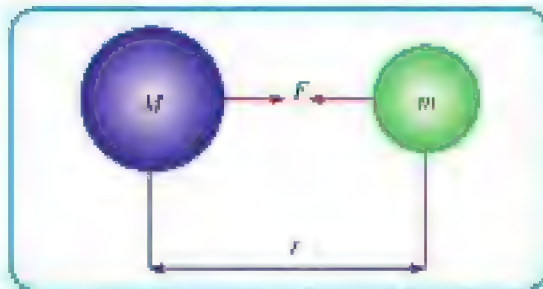
ويكتب القانون على الصورة:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (1)$$

حيث (r) هي البعد بين مركزي الجسمين و (G) ثابت التناسب وهو
ثابت كوني عام يعرف بثابت الجذب العام وقيمه تساوي:

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$= 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$



والجدير بالذكر أن قوة الجذب هي قوة متبادلة بين الجسمين فتكل
منها يجذب الآخر تحوّه بنفس القوة، وبسبب عمومية هذا القانون فإنه
يعرف بقانون التجاذب العام.

الأنسلاف برنجنج هابس

تعاريف المصطلحات:

- قوة تعاطية هذا الفصل تكون قدرًا
على أن:
- تستخرج قانون الجذب العام.
- تفسر دوران القمر حول الأرض على
مسار ثابت.
- تستخرج عوامل تغير سرعة القمر الصناعي
أثناء سرعته حول الأرض.

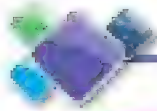
مفردات الفصل:

- الجذب العام Universal gravitation
- ثابت الجذب العام
- Gravitational constant
- مجال الجاذبية Gravitational field
- شدة مجال الجاذبية
- Intensity of the gravitational field
- القمر الصناعي Satellite
- السرعة الحرجة Critical velocity

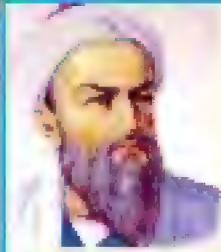
مصادر التعلم الإلكترونية:

- فيام تعليمي مقدمة عن قانون الجذب
العام.
- http://www.ck12.org/physics/Universal-Gravitation/
- لعبة إلكترونية: فكرة القمر الصناعي.
http://www.ck12.org/physics/Universal-Gravitation/
- http://www.ck12.org/physics/Universal-Gravitation/

الأنسلاف برنجنج هابس



علماء أبادوا النظرية



للعلماء العرب دور عظيم في تطوير علم الفلك والاستفادة منهم ومن أمثال علماء الفلك البيروني (أبو الريحان محمد) والذي نجح في قياس محيط الكرة الأرضية وأخرون، مثل علي بن عيسى الأسطرلابي وعلي البحري.

شكل (٢٣) - أبو الريحان البيروني

حل تمرين

في ذات صغرتين كتلة كل منهما (7.3 kg) موضوعة على مسافة بين مركزيهما تساوي (0.5 m) احسب قوة الجاذبية المتبادلة بينهما واكتب الشغل المناسب.

من قانون الجذب العام فإن قوة الجذب تساوي:

$$F = \frac{G M m}{r^2} = \frac{(6.67 \times 10^{-11}) (7.3)^2}{(0.5)^2}$$

$$F = 1.4 \times 10^{-8} \text{ N}$$

في هذا المثال نلاحظ أن قوة الجذب المتبادلة بين الكرتين صغيرة جداً وتعادل وزن حبة رمل من رمال الشاطئ.

ملاحظة

نلاحظ أن قيمة ثابت الجذب العام صغيرة جداً لذلك لا تكون قوة الجاذبية بين الأجسام مزمنة وكبيرة إلا عندما تكون الكتل كبيرة أو تكون المسافات الفاصلة بين الأجسام صغيرة، أو كلاهما معاً.

Gravitational Field

المجال الجاذبية

علما أن قوى الجاذبية تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين مركزي الجسمين، لذلك فهي تتناقص بشدة حتى يصل البعد بينهما إلى مسافة يتلاشى عندها أثر الجذب لكل منهما على الآخر.

وبوجد داخل هذه المسافة قوى جذب لذلك تعرف مجال الجاذبية بأنه: «الحيز الذي تظهر فيه قوى الجاذبية»

شدة مجال الجاذبية الأرضية:

هي قوة جذب الأرض لكتلة تساوي (1 kg) وترمز لها بالرمز "g" وتساوي عددتياً عجلة الجاذبية الأرضية ويتطابق قانون الجذب العام نجد أن:

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad (2)$$

حيث: (M) كتلة الأرض $= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$

$$r = R + h$$

(R) نصف قطر الكرة الأرضية $(R = 6378 \text{ km})$

توصيل

من خلال موقع الكتاب على الإنترنت تواصل مع زملائك ومعلميك وما نفي الكتاب.

(h) الارتفاع عن سطح الأرض

من خلال العلاقة (2) استنتج العوامل التي تتوقف عليها قيمة عجلة الجاذبية الأرضية.

٣- الأقمار الاصطناعية Satellites

كان حلم الإنسان استكشاف الفضاء من حوله، وظل يطور أجهزة الرصد ويطور الصواريخ التي تقذف بمركية فضائية لتدور حول الأرض أو تنطلق إلى أبعاد أكبر لتصل مثلاً إلى كوكب آخر، مثل المريخ.

ولقد استقطب العالم في 4 من أكتوبر 1957 م على مفاجأة النجاح في إرسال قمر صناعي (سبوتنيك) إلى الفضاء كأول تابع فضائي لكوكب الأرض. أعقب ذلك نجاح الإنسان في إرسال أقمار أخرى، بل ونجح في النزول على سطح القمر الطبيعي ولا يزال استكشاف الفضاء يتواصل بنجاح كبير.

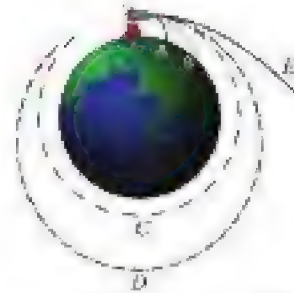


شكل (٢٥) : قمر صناعي يدور حول الأرض



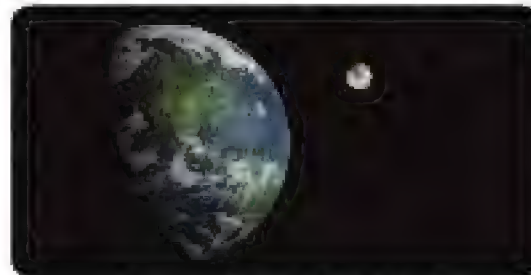
شكل (٢٦) : صاروخ يطلق قمر صناعي في مداره

فكرة إطلاق القمر الصناعي :

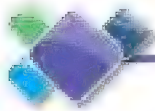


شكل (٢٧) : عند الإطلاق تذبذبة في مستوى التي فإنها تتخذ مساراً منتحلاً

يعتبر (إسحاق نيوتن) أول من شرح الأساس العلمي للإطلاق الأقمار الصناعية، حيث تصور أنه عند إطلاق قذيفة مدفع في مستوى أفقي من قمة جبل فإنها ستسقط سقوطاً حراً، وتتخذ مساراً منحنياً نحو الأرض، وإذا زادت سرعة القذف فإنها متصل إلى الأرض عند نقطة أبعد وتتب مساراً أقل انحناءاً. وعند تساوي انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض، فإنها تدور في مسار ثابت، وتصبح تابعاً للأرض وتنبه في دورتها حول الأرض دوران القمر الطبيعي حولها؛ لذلك يطلق عليها اسم القمر الصناعي satellite.



شكل (٢٨) : يدور القمر حول الأرض في مسار ثابت



شكل (١١٨) القمر الصناعي



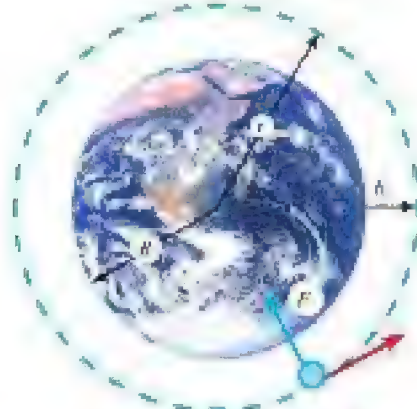
شكل (١١٨) القمر الصناعي

❖ توقف القمر الصناعي وأصبحت سرعته صفراً: يتحرك في خط مستقيم نحو الأرض ويسقط على سطحها.

❖ انعدمت قوة التجاذب بين الأرض والقمر الصناعي: يتحرك القمر الصناعي في خط مستقيم باتجاه المماس لمسار الدائري مبتعداً عن الأرض.

استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعي:

بفرض أن هناك قمراً صناعياً كتلته (m) يتحرك بسرعة ثابتة (v) في مدار دائري نصف قطره (r) حول الأرض التي كتلتها (M) كما هو مبين في الشكل:



شكل (١١٩): مسار القمر الصناعي حول الأرض

ونلاحظ أن قوة التجاذب بين القمر والأرض تكون عمودية على مسار حركة القمر، وتعمل على حركته في مداره الدائري، أي أن قوة التجاذب بين القمر والأرض هي نفسها القوة الجاذبة المركزية:

$$F = m \frac{v^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \quad \text{أي أن:}$$

$$m \frac{v^2}{r} = G \times \frac{mM}{r^2}$$

ومن المعادلة السابقة يتضح أن سرعة القمر الصناعي في مداره:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} \quad (2)$$

قيمة السرعة (v) من المعادلة (2) تمثل السرعة اللازم إكسابها للقمر الصناعي حتى يدور حول الأرض.

وإذا كان الارتفاع الذي أطلق إليه في الفضاء (h) فإن:

$$r = R + h$$

حيث R نصف قطر الأرض.



رأى تغير سرعة القمر الصناعي أثناء حركته حول كوكب .

من العلاقة (2) يتضح أن سرعة القمر الصناعي في مداره لا تعتمد على كتلته.

ولكنها تعتمد على العوامل الآتية:

- كتلة الكوكب الذي يدور حوله.
- ارتفاع القمر الصناعي عن مركز الكوكب الذي يدور حوله.



شكل ١٣-١: القمر الصناعي حول الأرض

معلومات

■ كلما زادت كتلة القمر الصناعي المراد إرساله للفضاء احتجت إلى صاروخ أكثر قدرة ليقذفه بعيداً في الفضاء ليكتسب السرعة اللازمة لتدويره حول الأرض.

المساحات - محطة فضائية



تم زيادة لأحد المراصد الفلكية مثل مرصد حوران (المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية) وذلك للتعرف على طبيعة العمل داخل المرصد، وجميع معلومات عن الأنماط الصناعية وكيفية إرسالها إلى الفضاء.

البيانات



يدور القمر حول الأرض في مسار دائري نصف قطره $(3.85 \times 10^8 \text{ km})$ ويكمل دورة كاملة خلال (27.3 يوم)، احسب كتلة الأرض (ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$)

الحل:

حساب الزمن الدوري: $T = 27.3 \times 24 \times 60 \times 60 = 2.36 \times 10^6 \text{ s}$

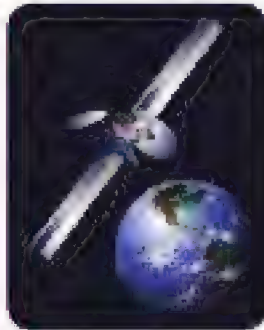
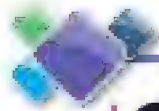
حساب سرعة القمر: $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 3.85 \times 10^8 \times 10^3}{2.36 \times 10^6} = 1025 \text{ m/s}$

حساب كتلة الأرض:

$$v = G \frac{M}{r}$$

إذاً:

$$M = \frac{v^2 \times r}{G} = \frac{(1025)^2 \times 3.85 \times 10^8 \times 10^3}{6.67 \times 10^{-11}} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$



قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار شبه دائري على ارتفاع 940 km من سطح الأرض. احسب : السرعة المدارية ، الزمن اللازم لكي يصنع دورة كاملة حول الأرض علماً بأن :

$$(R = 6360 \text{ km}, M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}, G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2)$$

حساب نصف قطر دوران القمر حول الأرض :

$$r = R + h = 6360 + 940 = 7300 \text{ km} = 7.3 \times 10^6 \text{ m}$$

حساب السرعة المدارية :

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

$$v = \sqrt{6.67 \times 10^{-11} \frac{6 \times 10^{24}}{7.3 \times 10^6}}$$

$$v = 7.4 \times 10^3 \text{ m/s}$$

حساب الزمن الدوري :

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 7.3 \times 10^6}{7.4 \times 10^3} = 6195 \text{ s}$$

قمر صناعي يتم دورته حول الأرض في (94.4 min) وطول مساره = 43120 km ، احسب : السرعة المدارية ، ارتفاع القمر عن سطح الأرض علماً بأن :

$$(R = 6360 \text{ km})$$

حساب سرعة القمر المدارية :

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{43120 \times 10^3}{94.4 \times 60} = 6713 \text{ m/s}$$

حساب ارتفاع القمر عن الأرض

$$2\pi r = 43120 \times 10^3$$

$$r = \frac{43120 \times 10^3}{2 \times \pi} = 6.86 \times 10^6 \text{ m} = 6860 \text{ km}$$

$$r = R + h$$

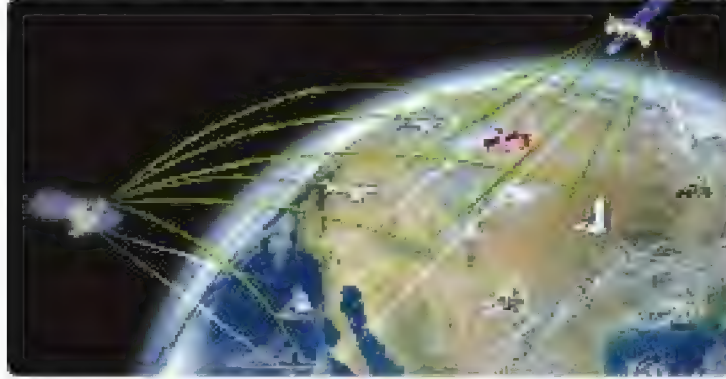
$$h = r - R = 6860 - 6360 = 500 \text{ km}$$



Importance of satellites

أهمية الأقمار الصناعية

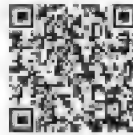
أخذت استخدام الأقمار الصناعية ثورة حقيقية في مجالات عديدة، حيث اعتبر القمر الصناعي بمثابة برج شارق الارتفاع يمكن استخدامه في إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية، وهناك العديد من أنواع الأقمار الصناعية، والتي منها:



شكل (٢٢) الأقمار الصناعية تلعب من القمر له مجالات مختلفة

- **أقمار الاتصالات:** تسمح بالنقل التلفزيوني والإذاعي، والهاتف من وإلى أي مكان على سطح الأرض.
- **الأقمار الفلكية:** عبارة عن تليسكوبات كبيرة الحجم تسبح في الفضاء، وتستطيع تصوير الفضاء بدقة.
- **أقمار الاستشعار عن بعد:** تستخدم في دراسة ومراقبة التطور المهاجرة، وتحديد المصادر المعدنية وتوزعها، ومراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس ودراسة تشكل الأعاصير ...
- **أقمار الاستطلاع والتجسس:** هي أقمار صناعية مهمتها توفير المعلومات التي تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب.

ويمكن معرفة أنواع وأهمية الأقمار الصناعية من خلال الروابط التالية:



الأنشطة والتدريبات

الفصل الثاني

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

أولاً - التجارب العملية

قياس كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها،

فكرة التجربة

سبق أن تعلمت في الباب الثاني أنه عندما يسقط جسم من ارتفاع d خلال زمن قدره (t) ، فإنه يمكن حساب عجلة الجاذبية الأرضية من العلاقة:

$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

أي أن:

$$g = \frac{2d}{t^2}$$

ويطلق على المقدار (g) أيضاً مصطلح شدة مجال الجاذبية والذي يحسب من العلاقة:

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

حيث إن (G) هو ثابت الجذب العام، و (M) كتلة الأرض، و (r) هي البعد عن مركز الأرض وهو في هذه التجربة يساوي تقريباً نصف قطر الأرض (R) .

وبناء على ما سبق فإنه يمكن تعيين كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها، ويتم ذلك باتباع خطوات هذه التجربة.

خطوات العمل:

١- علق عدد n بندول كما هو مبين بالشكل كل بحيث تكون المسافة بين مركز كرة البندول والأرض متساوية لكل منها وفيمنها كبيرة، ولتكن بالقياس تساوي (d) (سجل هذه القيمة).

الأمان والتنمذات



نواحي الاستخدام المتوقعة

في نهاية هذا النشاط يكون قادرًا على أن:

- حساب شدة مجال الجاذبية.
- حساب كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها.

التنمذات (المخرجات التعليمية)

العلاقة - الوصف - الاستنتاج

المصادر والأدوات

عدد n بندول بكتل مختلفة - شريط مترى - ساعة إيقاف - مقص.



- ٢ قص الخيط عند نقطة التعليق للبتدول الأول وفي نفس لحظة سقوط الكرة يسجل زميلك الزمن (t) حتى الوصول للأرض.
- ٣ كرر العمل بالنسبة للبتدول الثاني والثالث.

النتائج:

دون النتائج التي تحصل عليها في الجدول التالي:

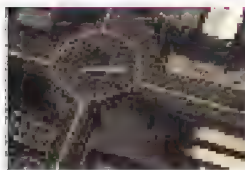
الارتفاع d (m)	الزمن (s)	شدة مجال الجاذبية $g = 2 d/t^2$	الكرة
			الكرة الأولى
			الكرة الثانية
			الكرة الثالثة

من خلال النتائج: هل تعتمد شدة مجال الجاذبية على كتلة الكرة؟ ولماذا؟

تحليل النتائج:

بمعلومية شدة مجال الجاذبية التي سبق حسابها ونصف قطر الأرض ($R = 6.38 \times 10^6 m$) وثابت الجذب العام ($G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$)، احسب كثافة الأرض باستخدام العلاقة: $g = GM/R^2$

ثانياً - الأنشطة التكوينية



- ١ استخدم موقع wikimagazine في إيجاد صور بالقمر الصناعي لمدرستك أو منزلك.
- ٢ اكتب بحثاً عن أهمية الأقمار الصناعية في مجالات الأرصاد الجوية، ومجال الاتصالات، والزراعة، والدفاع العسكري...
- ٣ نعرف أن الكرة الأرضية ليست كروية تماماً، وإنما مفلطحة عند خط الاستواء، وهذا ناتج عن تأثير القوة المركزية بسبب دوران الأرض حول نفسها، ولتفسير ذلك صمم نموذجاً كالمتوضح بالصورة، والذي يتكون من سلك معدني وحلقة مصنوعة من صورة أشعة، حيث تثقب الحلقة ثقبين ليمر خلالها السلك، وعند تدوير السلك نلاحظ الحلقة الدائرية.





ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

١) تحير الإجابة الصحيحة مما يلي:

أ) عجلة الجاذبية الأرضية:

➔ ثابت كوني عام.

➔ متغيرة حسب الارتفاع عن سطح الأرض.

➔ تختلف باختلاف فصول السنة.

➔ متغيرة حسب بعد الأرض عن الشمس.

ب) السرعة اللازمة ليدور القمر الصناعي حول الأرض:

➔ تعتمد على كتلته فقط.

➔ تعتمد على كتلة الأرض فقط.

➔ تعتمد على كتلة الأرض والبعد بينهما.

➔ مقدار ثابت.

ج) السرعة اللازمة لدوران الأرض حول الشمس تعتمد على:

➔ كتلة الأرض فقط.

➔ كتلة الشمس فقط.

➔ كتلة الشمس والأرض والبعد بينهما.

➔ كتلة الشمس والبعد بينهما.

٢) أي نقطة من سطح الأرض يكون لها أكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور دوران الأرض؟ هل النقطة عند

خط الاستواء أم تلك التي تقع عند مداري الجدي والسرطان؟

٣) إذا كانت كتلة كوكب عطارد ($3.3 \times 10^{22} \text{ kg}$) ونصف قطره ($2.439 \times 10^6 \text{ m}$)، فكم يكون وزن جسم

كتلته (65 kg) على سطحه وكم يكون وزن نفس الجسم على سطح الكرة الأرضية؟

علماً بأن ثابت الجذب العام $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$



٤) قمر صناعي يدور في مسار على ارتفاع $(h = 300 \text{ km})$ من سطح الأرض أوجد:

- أ) سرعته في مداره.
- ب) زمن دورة القمر الصناعي حول الأرض.
- ج) قيمة العجلة المركزية الجاذبية له أثناء حركته.

علماً بأن:

نصف قطر الأرض $R = 6378 \text{ km}$

عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

٥) أكمل المخطط التالي:



٦) أكمل الكلمات المتقاطعة التالية:

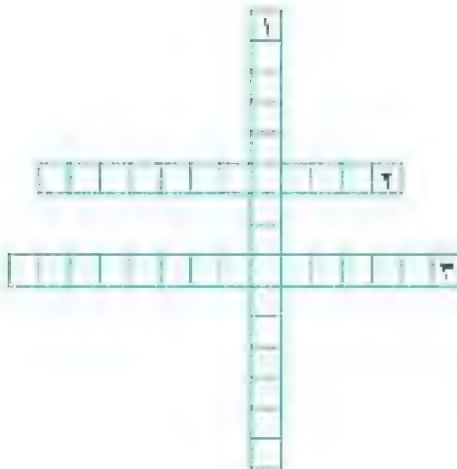
أفقياً:

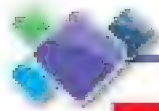
(٢) الحيز الذي تظهر فيه قوى الجاذبية.

(٣) كل جسم مادي يجذب أي جسم آخر بقوة تناسب طردياً مع كتلة كل منهما وعكسياً مع مربع البعد بينهما.

رأسيًا:

(١) قوة جذب الأرض لجسم كتلته واحد كيلوجرام.





تدريبات عامة على الباب الثالث

1. ضع علامة (✓) أمام النسب إجابة لكل من الفجوات التالية:

1. تنتج قوة الجاذب المركزية المؤثرة على سيارة تسير في منحنى عن:
 - أ. قوة الجاذبية الأرضية.
 - ب. قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق.
 - ج. عزم القصور الذاتي المؤثر على قائد السيارة.
 - د. قوة الفرائيل.
2. إذا زيد نصف قطر مدار جسيم يسير في مدار دائري إلى أربع أمثاله، فإن القوة المركزية اللازمة لإبقاء سرعة الجسيم ثابتة:
 - أ. تقل إلى نصف ما كانت عليه.
 - ب. تبقى ثابتة المقدار.
 - ج. تزيد إلى مثلث ما كانت عليه.
 - د. تقل إلى ربع ما كانت عليه.
3. تابعان متساويان (A)، (B) يدوران حول الأرض، فإذا كان نصف قطر مدار التابع (A) يساوي أربعة أمثاله نصف قطر التابع (B)، فإن النسبة بين سرعة التابع (A) إلى سرعة التابع (B) تساوي:
 - أ. (2 : 1)
 - ب. (1 : 2)
 - ج. (4 : 1)
 - د. (1 : 4)
4. إذا كانت المسافة بين مركزي كرتين متماثلتين 1m، وكانت قوة التجاذب بينهما تساوي 1N، فإن كتلة كل منهما تساوي:
 - أ. 1kg
 - ب. $2 \times 10^3 \text{ kg}$
 - ج. $1.22 \times 10^3 \text{ kg}$
 - د. 0.1 kg
5. إذا تضاعفت المسافة بين مركزي جسمين وبقيت كتلتهما ثابتين فإن قوة التجاذب بينهما:
 - أ. تضاعف.
 - ب. تصبح نصف قيمتها الأصلية.
 - ج. تصبح ربع قيمتها الأصلية.
 - د. تصبح أربعة أضعاف قيمتها.



٢ القوة المركزية الجاذبة في لعبة أطفال على شكل طائرة مروحية عمودية كتلتها (١٠٠) تتحرك في مسار دائري نصف قطره (١ m) وتدور بمعدل (١٠٠) دورة خلال (٢٠ s).

احسب:

أ السرعة الخطية المماسية.

ب العجلة المركزية الجاذبة.

ج القوة الجاذبة المركزية.

٣ علل لما يأتي:

أ رغم أن الجسم الذي يتحرك حركة دائرية منتظمة يتأثر بعجلة إلا أن سرعته الخطية ثابتة القيمة.

ب خطورة التحرك بسرعات كبيرة في منحنيات الطرق.

٤ اكتب المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات الآتية:

أ حركة جسم على محيط دائرة بسرعة خطية ثابتة المقدار متغيرة الاتجاه. ()

ب الزمن الذي يستغرقه الجسم ليتم دورة كاملة. ()

ج قوة في اتجاه المركز دائما وعمودية على متجه السرعة الخطية أثناء حركة جسم في مسار دائري. ()

٥ تخير من العمود (أ) رقم العبارة التي تتناسب مع كل عبارة من المجموعة (ب) وضعه أمامها:

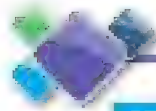
الرقم	(أ)	(ب)
١	الزمن الدوري	$N.m/kg^2$
٢	القوة الجاذبة المركزية	m/s
٣	ثابت الجذب العام	m/s^2
٤	السرعة الخطية	s
٥	العجلة الجاذبة المركزية	$kg.m/s^2$

٦ على أي ارتفاع من سطح الأرض يجب أن يدور قمر صناعي، بحيث يكون زمن دورانه حول الأرض

مساوياً لزمن دوران الأرض حول محورها بافتراض أن يوم الأرض = 24h ، علماً بأن ثابت الجذب

العام $G = 6.67 \times 10^{-11} N.m/kg^2$ ، كتلة الأرض $(M_p = 5.98 \times 10^{24} kg)$ ، نصف قطر الأرض

$(R = 6378 km)$



ملخص الباب

المفاهيم

- ◆ **الحركة الدائرية المنتظمة:** هي حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة في المقدار، ومتغيرة في الاتجاه.
- ◆ **القوة الجاذبة المركزية:** هي تلك القوة التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائري.
- ◆ **العجلة المركزية:** هي العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة.
- ◆ **زمن الدورة:** هي الفترة الزمنية التي يتم خلالها الجسم دورة كاملة.
- ◆ **شدة مجال الجاذبية عند نقطة:** هي قوة الجذب المؤثرة على جسم كتلته k عند تلك النقطة، ونسوي عددياً عجلة الجاذبية عند تلك النقطة.

العلاقات - القوانين - الصيغ

$$a = \frac{v^2}{r} \quad \text{حساب العجلة الجاذبة المركزية:}$$

$$F = m \frac{v^2}{r} \quad \text{حساب القوة الجاذبة المركزية}$$

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad \text{حساب قوة التجاذب المادي:}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \text{حساب سرعة القمر الصناعي:}$$

خريطة الباب



الباب الرابع

العمل والطاقة في حياتنا اليومية

Work and Energy in our Daily life

فصول الباب

الفصل الأول : الشغل والطاقة

الفصل الثاني : قانون بقاء الطاقة

مقدمة الباب

توجد الطاقة في الطبيعة في عدة صور مختلفة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الكيميائية والطاقة الميكانيكية وغيرها... وهذا الطاقة يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى. فما المقصود بالطاقة؟ وما علاقتها بالشغل المبذول؟

أهداف الباب

في نهاية هذا الباب تكون قادرًا على أن:

- تفسر المعنى العلمي للشغل.
- تستنتج أن الشغل كمية غير متجهة.
- تستخرج وحدات الطاقة.
- تستخرج العلاقة الرياضية لكل من طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- تستنتج أن طاقة الوضع عبارة عن شغل مبذول.
- تقارن بين طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- تطبق تغيرات طاقة الوضع والحركة عند قذف جسم لأعلى، وتعتبر ذلك مثالاً لقانون بقاء الطاقة.
- تطبق قانون بقاء الطاقة على بعض الأمثلة في الحياة العملية.

الحوادث الوجدانية المتوقعة

- اكتساب اتجاهات إيجابية نحو ترشيد استهلاك الطاقة.
- اكتساب اتجاهات إيجابية نحو البيئة.
- تنمية الميل نحو دراسة الفيزياء.

مخرجات التعلم المتوقعة

- التفسير العلمي.
- الاستنتاج.
- المقارنة.
- التصنيف.
- التعميم.
- التطبيق.
- مهارة عرض البيانات.



الفصل الأول

الشغل والطاقة

Work and Energy

Work

١- الشغل،

نستخدم كلمة الشغل في حياتنا اليومية، ويراد بها العمل الذي استحوذ على اهتمام المرء، فانشغل به عما سواه، فربما كان هذا العمل ذهنيًا كحل الواجبات المدرسية، أو عضليًا كزيارة مريض، وربما أطلقت كلمة شغل على مجرد العمل.

ويستخدم علماء الفيزياء كلمة الشغل للدلالة على معنى خاصي مختلف عن معناها المستخدم في الحياة اليومية.

فلنكن نبذل شغلًا ما على جسم فلا بد وأن يتحرك الجسم إزاحة ما كنتيجة لقوتك، وإذا لم يتحرك الجسم فإنك لم تبذل شغلًا مهما كان مقدار القوة التي بذلتها.

أي هناك شرطان لحدوث الشغل، وهما:

١- أن تؤثر قوة معينة على الجسم.

٢- أن يتحرك الجسم إزاحة معينة في نفس اتجاه القوة.

وتوضح الأشكال التالية عدة أمثلة للشغل:



شكل (٧): اللاعب يذل شغلًا لرفع الأثقال



شكل (٦): السائق يذل شغلًا على السيارة المعطلة

أشياء تستخدم الشغل في الحياة

- في نهاية هذا الفصل تكون قادرة على أن:
 - تفسر المعنى العلمي للشغل.
 - تستنتج أن الشغل كمية غير متجهة.
 - تستنتج وحدات الطاقة.
 - تفارق بين طاقة الحركة وطاقة الوضع.
 - تستنتج العلاقة الرياضية لكل من طاقة الحركة وطاقة الوضع.
 - تستنتج أن طاقة الوضع عبارة عن شغل مبدول.

وتستخدم في الفيزياء

- الشغل Work
- الطاقة Energy
- طاقة الحركة Kinetic Energy
- طاقة الوضع Potential Energy

وتستخدم في الفيزياء

- فيتم تعليمي: الشغل والقوة والإزاحة.
http://www.youtube.com/watch?v=6L3Z1_M
- عروض عملية: المصعد بطاقة الوضع.
http://www.youtube.com/watch?v=6L3Z1_M



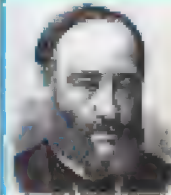
ويمكن حساب الشغل المبذول (W) بواسطة قوة ما (F) على جسم لتحركه (إزاحة d) ، كما يوضحه الرابط التالي



شكل (٩) - حساب الشغل المبذول على الرياضى مطرب (الإزاحة d) في القوة المبذولة (F) نفس الاتجاه الحركة.

المحول: هو الشغل المبذول بواسطة قوة متبادلة هاتين واحد لتحرك جسمًا إزاحة مقدارها متر واحد في اتجاه القوة.

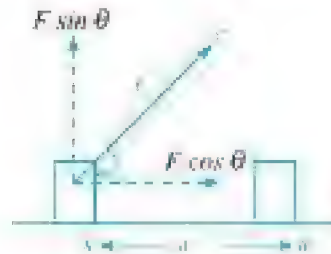
تجارب الفيزياء



شكل (١٠) - جيمس جول

جيمس جول (1818 - 1889 م) : هو عالم إنجليزي كان من أوائل من أدركوا أن الشغل يولد حرارة، ففى أحد تجاربه وجد أن درجة حرارة الماء في أسفل الشلال أكثر منها في أعلى الشلال مما يثبت أن بعضًا من طاقة المياه الساقطة تتحول إلى حرارة.

وإذا كان اتجاه القوة (F) يميل بزاوية (θ) على اتجاه الإزاحة (d) كما بالشكل (١١) فإن الشغل المبذول يمكن كتابته على الصورة:



$$W = (F \cos \theta) (d)$$

$$W = F d \cos \theta$$



شكل (١١) - يعبر الشغل المبذول عن العلاقة $W = F d \cos \theta$



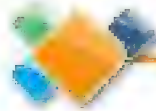
وكل التفكير



تخيل أن لديك حائطاً أثرت عليه بقوة مقدارها (100 N) ، هل بذلت شغلاً فيزيائياً؟ لماذا؟

من المعادلة السابقة يتضح أن الشغل قد يكون موجباً أو سالباً أو صفراً كما هو موضح بالجدول التالي :

الزاوية θ	الشغل	أمثلة
$0^\circ < \theta < 90^\circ$	موجب الشخص هو الذي يبذل الشغل	<p>محبب جسم</p>
$\theta = 90^\circ$	صفر	<p>حمل جيب والمركبة</p>
$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$	سالب الجسم هو الذي يبذل الشغل على الشخص	<p>شخص يجذب جسم وهو يتحرك عكس اتجاه القوة</p>



مثال محلول



عربة حديقة كتلتها (20 kg) تتحرك تحت تأثير قوة شد مقدارها (50 N) تصنع زاوية مقدارها (60°) كما بالشكل الموضح. فإذا تحركت العربة بإزاحة مقدارها (4 m) ، احسب الشغل المبذول بواسطة القوة (مع إعمال قوة الاحتكاك).

الحل:

$$F = 50 \text{ N}$$

$$d = 4 \text{ m}$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$W = Fd \cos \theta = (50) (4) (\cos 60) = 100 \text{ J}$$



مثال محلول



احسب الشغل الذي تبذره طفلة تحمل دلوًا كتلته (300 g) وتحرك به بإزاحة مقدارها (10 m) في الاتجاه الأفقي، ثم احسب الشغل الذي يبذره طفل لرفع دلو له نفس الكتلة بإزاحة مقدارها (10 cm) في الاتجاه الرأسي $(g = 10 \text{ m/s}^2)$.

الحل:

الشغل الذي يبذره الطفلة

بما أن القوة تكون عمودية على الإزاحة فإن الشغل يساوي صفرًا.

الشغل الذي يبذره الطفل:

$$F = mg = \frac{300}{1000} \times 10 = 3 \text{ N} \quad \text{حساب القوة}$$

$$W = F \cdot d \cos \theta \quad \text{حساب الشغل}$$

وحيث إن القوة والإزاحة في نفس الاتجاه فإن الزاوية (θ) تساوي صفرًا.

$$W = 3 \times \frac{10}{100} \cos \theta = 0.3 \text{ J}$$

القوة العمودية على الإزاحة لا تبذل شغلًا

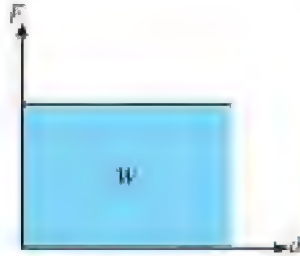
إدارة الوقت: نصائح

- ✦ اعمل على تعديل خطة عملك بحيث لا تهمل أي نشاط أو واجب من الواجبات المهمة.
- ✦ جهز ونظم سبتر دات الاستعداد، ونظم بيئة العمل والأدوات بحيث لا تقضي وقتك وأنت تبحث عنها.



ويمكن حساب الشغل بيانياً باستخدام منحنى (القوة - الإزاحة)

المبين في الرسم المقابل، حيث يعبر المحط المستقيم عن قوة ثابتة في المقدار والاتجاه (F) تؤثر على جسم، فتسبب له إزاحة (d) في نفس اتجاه القوة المؤثرة، وبالمرجوع إلى تعريف الشغل وعندما تكون $(\theta = 0)$ فإن:



شكل (١٧): الشغل يساوي المساحة أسفل الخط المستقيم.

الشغل = القوة \times الإزاحة = الطول \times العرض = المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة)

إذا: الشغل بيانياً = المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة).

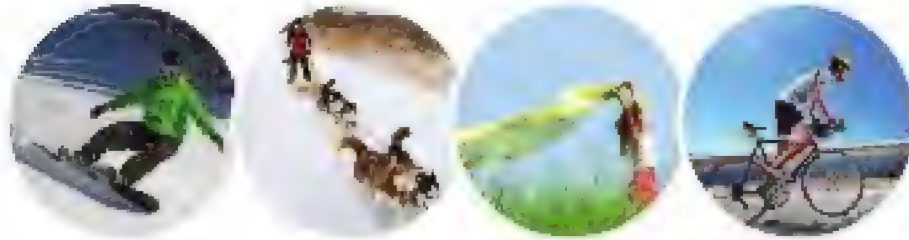
Energy

٢- الطاقة

إذا كان الجسم قادراً على بذل الشغل فإن هذا الجسم يمتلك طاقة، وبمعنى أبسط فإن طاقة الجسم هي قدرته على بذل الشغل، لذلك فوحدات الطاقة هي وحدات الشغل، وهي الجول. وسنتناول فيما يلي بالتفصيل صورتين من أهم صور الطاقة، وهما: طاقة الحركة، وطاقة الوضع.

(١) طاقة الحركة (K.E)

عندما تبذل قوة على جسم ما ثم يبدأ هذا الجسم في التحرك، نستطيع القول: أن لدى هذا الجسم طاقة تسمى بطاقة الحركة (K.E).

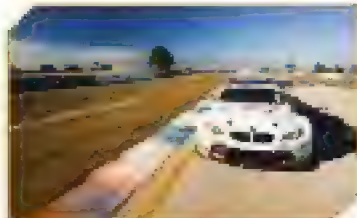


شكل (٨): نظرة على طاقة الحركة.

بفرض أن لديك سيارة تتحرك في خط مستقيم بعجلة منتظمة مقدارها (a) فإن:

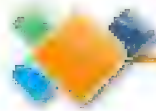
$$v_f^2 - v_i^2 = 2ad$$

حيث: v_i هي السرعة الابتدائية = صفراً.
 v_f هي السرعة النهائية.



شكل (٩): أي جسم متحرك يمتلك طاقة حركة.

$$v_f^2 = 2ad \quad d = \frac{v_f^2}{2a}$$



وبضرب طرفي المعادلة السابقة في v ، وهي القوة المؤثرة على السيارة أثناء حركتها فإن:

$$Fv = \frac{1}{2} \frac{F}{a} v^2$$

ومن قانون نيوتن الثاني:

$$m = \frac{F}{a}$$

ومن العلاقتين السابقتين:

$$Fv = \frac{1}{2} mv^2$$

حيث يمثل المقدار (Fv) في المعادلة السابقة الشغل المبذول (الطاقة اللازمة لتحريك السيارة)، ويمثل الطرف الأيمن $(\frac{1}{2}mv^2)$ صورة الطاقة التي تحول إليها الشغل المبذول، والتي تعرف باسم طاقة الحركة $(K.E)$.

وبصورة عامة يمكن حساب طاقة حركة جسم سرعته (v) من العلاقة:

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

ولكن التسكير.

هل طاقة الحركة كمية فيزيائية متجهة أم قياسية؟ لماذا؟

* ومن العلاقة السابقة يتضح أن طاقة الحركة تتناسب طردياً مع كتلة الجسم ومع مربع سرعته.

* وحدة قياس طاقة الحركة هي الجول، ومعادلة الأبعاد هي ML^2T^{-2}

تطبيقات حركية

♦ يتضح من العلاقة $Fv = \frac{1}{2} mv^2 = K.E$ أن الشغل المبذول يتناسب طردياً مع مربع السرعة التي يتحرك بها الجسم، فإذا كانت هناك سيارة تتحرك بسرعة $(60 km/h)$ ، ويراد إيقافها عن الحركة بواسطة الضغط على دراجة الفرامل، فنجد أنها سوف تقطع مسافة قبل التوقف تساوي أربعة أضعاف تلك التي تقطعها إذا كانت تتحرك بسرعة $(30 km/h)$.



أمثلة محلولة

أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها (2000kg) تسير بسرعة (72 km/h).

الحل:

$$v = \frac{1000 \times 72}{60 \times 60} = 20 \text{ m/s}$$

حساب السرعة بوحدة (m/s)

$$\therefore K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

حساب طاقة الحركة:

$$= \frac{1}{2} (2000) (20)^2 = 400000 \text{ J}$$

(ب) طاقة الوضع (P.E)

تستطيع الأجسام أن تخزن طاقة بداخلها نتيجة لمواقفها الجديدة، وهذه الطاقة تسمى طاقة الوضع (P.E) وعلى سبيل المثال لنفكر في أو مستطلة زئبق يجعل جزئياته تكتسب وضعاً جديداً، وبالتالي تخزن طاقة وضع (وتسمى طاقة وضع مرنة) ومن لم يبدل الزئبق شيئاً حتى يتخلص من هذه الطاقة لكي يعود إلى وضعه المستقر. ومثال آخر عند رفع جسم ما إلى أعلى عن سطح الأرض فإنه يكتسب طاقة وضع (وتسمى طاقة وضع ثقالية)، وهذه الطاقة مرتبطة بوضع الأشياء بالنسبة لسطح الأرض (أي بالنسبة لمجال الجاذبية). يوضح الشكل (١٠) بعض الأمثلة لطاقة وضع مخزنة.



استطاعت أن تكتسب طاقة الوضع المخزنة : عندما ترفع الجسم عن سطح الأرض : عندما ترفع الجسم عن سطح الأرض : عندما ترفع الجسم عن سطح الأرض : عندما ترفع الجسم عن سطح الأرض



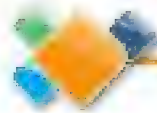
شكل (١٠) : أمثلة على طاقة الوضع
إذا رفع جسم كتلته (m) ما إلى ارتفاع (h) عن سطح الأرض، فإن هذا الجسم يكتسب طاقة وضع (P.E) نتيجة لموقعه الجديد، وبالتالي فهو يستطيع أن يبذل شغلاً إذا سُيِّح له بالسقوط، ومن ثم فإن طاقة وضع الجسم في موقعه الجديد حددت قدرته على بذل شغل أي أن الشغل المبذول على الجسم لرفعه (إلى نقطة ما) = طاقة الوضع له عند هذه النقطة.

$$P.E = W = Fh$$

وحيث إن أقل قوة (F) لازمة لرفع الجسم لأعلى تساوي وزنه (mg) فإن:

$$P.E = Fh = (mg)(h) = mgh$$

ووحدة قياس طاقة الوضع هي الجول، ومعادلة الأبعاد هي ML^2T^{-2}



فكر واجيب

احسب الشغل المبذول لرفع جسم كتلته (50 kg) ارتفاع قدره (2.2m) عن سطح الأرض.

تطبيقات حياتية

✦ لرفع صندوق لوضعه في سيارة يلزم بذل شغل. ففى الشكل (١٢) نحتاج (إلى قوة مقدارها (4500N) لرفع الصندوق ارتفاع مقداره (1m) رأسياً، ويمكن أن نرفع نفس الصندوق بقوة أقل تكافئ (1500N) باستخدام مستوى مائل لكن سيحتاج إلى إزاحة أكبر (3m).



شكل (١٢) باستخدام المسار المائل يعلو رفع الصندوق قوة أقل من وزنه، لكن هذه القوة لابد وأن تؤثر لإزاحة أكبر.

$$W = 1500 \times 3m = 4500J$$



شكل (١٣) رفع الصندوق رأسياً أعلى بوقت قوة تكافئ وزنه الصندوق، ويكون الشغل المبذول

$$W = 4500N \times 1m = 4500J$$

المقارنة بين طاقة الحركة وطاقة الوضع لجسم ما:

وجه المقارنة	طاقة الحركة	طاقة الوضع
التعريف	هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته.	هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لوضعه أو حالته.
العلاقة الرياضية	$KE = \frac{1}{2} m v^2$	$PE = m g h$
العوامل المؤثرة	تزداد بزيادة كل من: كتلة الجسم (m) سرعة الجسم (v)	تزداد بزيادة كل من: كتلة الجسم (m) الارتفاع عن سطح الأرض (h)
وحدة القياس	الجول	الجول
معادلة الأبعاد	$ML^2 T^{-2}$	$ML^2 T^{-2}$

الطاقة المتجددة

معظم الطاقات التي يستعملها الإنسان تأتي من مصادر الطاقة غير المتجددة مثل: الفحم الحجري، والترول. وتعتبر مصادر الطاقة غير المتجددة من مصادر الطاقة غير النظيفة، والتي ينتج عن استخدامها كثير من المواد الضارة بالبيئة وبصحة الإنسان؛ لذا فهناك اتجاه عالمي - خاصة لدى الدول الصناعية الكبرى - نحو استخدام المصادر الطبيعية للحصول على الطاقة والحفاظ على البيئة في نفس الوقت، وعلى سبيل المثال استخدام طاقة الرياح ومساقط المياه في توليد الكهرباء، وتحويلها إلى العديد من صور الطاقات اللازمة للحياة العملية للإنسان.



الطاقة المتجددة

مصادر الطاقة المتجددة، وتأثيراتها
البيئية

الأنشطة والتدريبات

الفصل الأول

الشغل والطاقة

أولاً - التجارب العملية

(١) طاقة حركة جسم متحرك.

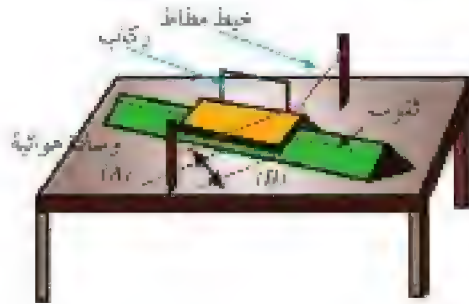
فكرة التجربة:

طاقة الحركة هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته، ونحسب من العلاقة:

$$K.E. = \frac{1}{2} mv^2$$

ومن العلاقة السابقة نستنتج أن مربع سرعة الجسم يتناسب عكسياً مع كتلته، وذلك عند ثبات طاقة الحركة. وهذا ما سنحاول إثباته عملياً.

خطوات العمل:



١) أخرج الركاب من النقطة (A) إلى النقطة (B) كما بالرسم، ثم

أتركه يتدفع عائداً إلى موضعه الأصلي.

٢) قس الزمن الذي يستغرقه الركاب أثناء حركته على الوسادة

الهوائية باستخدام الساعة الكهربية المتصلة بالخلية

الكهروضوئية.

السلامة والسلامة



نتائج التحليل المتوقعة :

في نهاية هذا النشاط تكون قادراً على أن:

- « نعين طاقة حركة الجسم متحرك.
- « نستنتج العلاقة بين الكتلة والسرعة لجسم طاقة حركته ثابتة.

المستويات المتوقعة لهذا النشاط

تسجيل البيانات - التفسير - الاستنتاج

المواد والأدوات

ركاب كتلته ٥٠ يتحرك على وسادة هوائية - خيط مر - خلية كهروضوئية - ساعة كهربية.



٢ عين سرعة الركاب (١) بقسمة المسافة التي تحركها على الزمن (بالثانية) ثم عيّن كتلة الركاب (m) بالكيلو جرام.

٣ كرّر الخطوات 2، 3 عدة مرات مع تغيير كتلة الركاب (m) وتعيين السرعة التي يتحرك بها في كل مرة (مع ملاحظة تثبيت المسافة (AB) التي يتحركها في كل مرة)، ثم سجل النتائج في الجدول التالي:

النتائج:

كتلة الركاب (m (kg)	الزمن (t (s)	السرعة (v (m/s)	$\frac{t}{m}$	v^2

باستخدام الجدول السابق ارسم علاقة بيانية بين مربع السرعة (v^2) على محور الصادات ومقلوب كتلة الركاب ($\frac{1}{m}$) على محور السينات.

تحليل النتائج:

باستخدام الرسم البياني السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

١ ما ميل الخط المستقيم الذي حصلت عليه؟

٢ ما طاقة حركة الركاب ($K.E$) من الرسم البياني؟

٣ ما نوع العلاقة بين كتلة الركاب (m) ومربع سرعته (v^2)؟ (طردية أم عكسية).

٤ ما وحدة قياس طاقة حركة الركاب؟

ثانياً - الأنشطة التكوينية

١ اجمع صوراً لعدة أنشطة حياتية مختلفة تبين بذل شغل.

٢ جمل مجموعة من الأفلام عن ألعاب القوى والألعاب الأولمبية، ثم اشرح كيفية بذل الشغل في كل فيلم.

٣ اكتب قائمة ببعض الأمثلة عن طاقة الحركة في حياتنا اليومية.

٤ اجمع من البيئة مجموعة من الأشياء والأدوات التي يمكن أن تخزن طاقة الوضع.

٥ باستخدام شبكة الإنترنت اكتب بحثاً عن مصادر الطاقة النظيفة التي يمكن استغلالها في جمهورية مصر العربية.



ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

١- اختر الإجابة الصحيحة:

- ١ عند زيادة سرعة سيارة إلى الضعف ، فإن طاقة الحركة
- أ تقل إلى النصف. ب تزيد إلى الضعف.
- ج تزداد إلى أربعة أمثال. د تقلل ثابتة.
- ٢ وصل رجل إلى شفته صعوداً على السلم مرة ، وباستخدام المصعد مرة ثانية . أي العبارات التالية صحيحة؟
- أ طاقة وضع الرجل أكبر عند صعوده السلم.
- ب طاقة وضع الرجل أكبر عند استخدام المصعد.
- ج لا توجد طاقة وضع للرجل عند استخدام المصعد.
- د طاقة وضع الرجل متساوية في الحالتين.
- ٣ الطاقة الميكانيكية لجسم تساوي
- أ الفرق بين طاقتي الحركة والوضع.
- ب النسبة بين طاقتي الحركة والوضع.
- ج حاصل ضرب طاقتي الحركة والوضع.
- د ميل الخط المستقيم في الشكل البياني المقابل يمثل
- أ كتلة الجسم.
- ب وزن الجسم.
- ج إزاحة الجسم.
- د سرعة الجسم.



- ٤ تساق رياضي وزنه 700 N جبالاً إلى ارتفاع 200 m من سطح الأرض . أوجد الشغل الذي بدله .
- ٥ لديك صندوقان (أ) و (ب) وزن كل منهما 40 N و 60 N على الترتيب. الصندوق (أ) موضوع على الأرض ، بينما الصندوق (ب) موضوع على ارتفاع 2 m فوق الأرض . ما الارتفاع الذي يرفع إليه الصندوق (أ) حتى يصبح له طاقة وضع الصندوق (ب)؟
- ٦ احسب الشغل اللازم لدفع عربة مسافة (3.5 m) بواسطة قوة مقدارها (20 N) .
- ٧ أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها (2000 kg) تسير بسرعة (60 km/h) .



٦) اصطدمت سيارة كتلتها $(3 \times 10^3 \text{ kg})$ وسرعتها (16 m/s) بشجرة، فلم تحرك الشجرة وتوقفت السيارة، كما بالشكل التالي:



٧) ما مقدار التغير في طاقة حركة السيارة؟

٨) ما مقدار الشغل المبذول على الشجرة عندما ترتطم مقدمة السيارة بالشجرة؟

٩) احسب مقدار القوة التي أثرت في مقدمة السيارة لتحرك مسافة $(.87 \text{ cm})$.

١٠) أكمل الكلمات المتقاطعة:

أفقيًا،

(٢٢) القدرة على بذل شغل.

(٣٢) مجموع طاقتي الوضع والحركة.

رأسيًا،

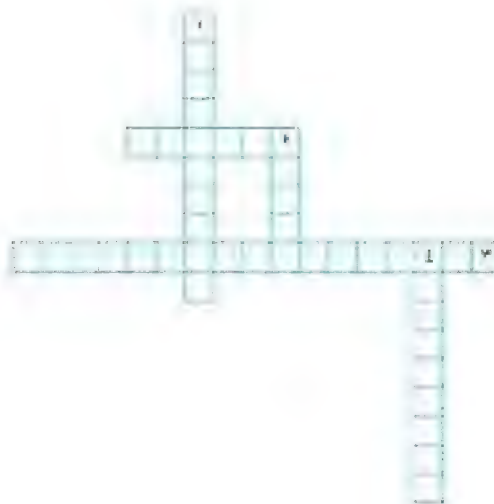
(١١) الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته.

(٢١) الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها نيوتن

واحد لتحرك جسمًا إزاحة مقدارها متر

واحد في اتجاه القوة.

(٤١) الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة لوضعه.





الفصل الثاني

قانون بقاء الطاقة

Law of Conservation of Energy

عرفنا فيما سبق أن الطاقة هي إمكانية بذل شغل، وهناك صور عديدة للطاقة، فالخمس والبنزين وغير ذلك من أنواع الوقود يحترق على طاقة كيميائية مخزنة، يمكن أن تتحول بعد أن تحترق احتراقاً كيميائياً إلى شغل ميكانيكي ممثلة في حركة السيارات والقطارات وغيرها.



شكل (١٦) : احتراق الفحم يولد شغل ميكانيكي يحرك القطار.

وكذلك تتحول الطاقة الكهربائية في المصباح إلى طاقة حرارية وضوئية. وتتحول طاقة الوضع في شلال الماء إلى طاقة حركية.

وهناك أمثلة عديدة لتحويل الطاقة من صورة إلى أخرى، وتختص مثل هذه التحولات إلى قانون بقاء الطاقة والذي ينص على أن:

"الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، ولكن يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى."

مصادر التعليم الحديثة

- في نهاية هذا الفصل تكون قادراً على أن:
 - تطبق تغيرات طاقة الوضع والحركة عند قذف جسم إلى أعلى، ويعتبر ذلك مثالاً لقانون بقاء الطاقة.
 - تطبق قانون بقاء الطاقة على بعض الأمثلة في الحياة العملية.

محتجزات الفصل

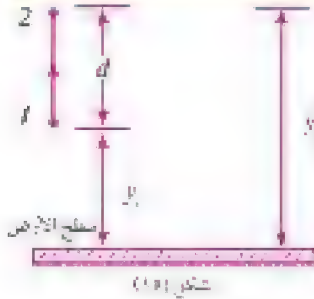
- قانون بقاء الطاقة
Law of Conservation of Energy

مصادر التعليم الإلكترونية

- لمة إلكترونية: حساب طاقة جرمية وطاقة الحركة
<http://www.sagepub.com/resources/electronic>
- قلاص تعليمي: طاقة الميكانيكية لجسم يتحرك على مستوى مائل.
<http://www.google.com/webhp?q=law%20of%20conservation%20of%20energy>



٢- قانون بقاء الطاقة الميكانيكية



يمكن إثبات صحة قانون بقاء الطاقة الميكانيكية باستخدام مفاهيم طاقة الوضع وطاقة الحركة كما يلي:

عند قذف جسم كتلته (m) لأعلى من نقطة (I) بسرعة ابتدائية (v_i) عكس اتجاه الجاذبية الأرضية ليصل إلى النقطة (2) بسرعة نهائية (v_f) ، فإن طاقة وضع الجسم تزداد بزيادة الارتفاع، بينما تقل طاقة حركته لتناقص سرعته.

أي أن:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2 a d$$

وحيث إن الجسم يتحرك لأعلى في عكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية فإنه يتحرك بعجلة سالبة أي أن:

$$a = -g$$

$$v_f^2 - v_i^2 = 2 (-g) d$$

$$v_f^2 - v_i^2 = -2g d$$

بالضرب في $(\frac{1}{2} m)$

$$\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = -mgd$$

$$\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = -mg (y_i - y_f)$$

$$\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = -mg y_i + mg y_f$$

$$mg y_i + \frac{1}{2} m v_i^2 = mg y_f + \frac{1}{2} m v_f^2$$

أي أن:

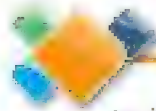
$$P.E_i + K.E_i = P.E_f + K.E_f$$

وبذلك يكون:

مجموع طاقتي الوضع والحركة عند نقطة (I) = مجموع طاقتي الوضع والحركة عند نقطة (2) .

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية: مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أي نقطة في مساره يساوي مقداراً ثابتاً يسمى بالطاقة الميكانيكية

"الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة = مقدار ثابت"



ومن العلاقة الأخيرة نستنتج أنه كلما زادت طاقة حركة الجسم فإن ذلك يكون على حساب طاقة الوضع، أي أن طاقة الوضع تقل والعكس صحيح. (قانون بقاء الطاقة)

مثال محلول

جسم ساكن على ارتفاع (10 m) من سطح الأرض له طاقة وضع (1470 J) . طرأ سقط الجسم لأسفل، إهمال مقاومة الهواء، احسب ما يلي:

A $y_1 = 30\text{ m}$
 $v_1 = 0$

طاقة حركة الجسم وطاقة وضعه عند ارتفاع (20 m) من سطح الأرض.

B $y_2 = 20\text{ m}$
 $v_2 = ?$

سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض.

الحل:

عند النقطة A:

$$P.E = mgh = 1470\text{ J}$$

$$m \times 9.8 \times 30 = 1470\text{ J}$$

$$m = 5\text{ kg}$$

بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على النقطتين A و B:

$$mgy_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgy_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$5 \times 9.8 \times 30 + \frac{1}{2} \times m \times 0 = 5 \times 9.8 \times 20 + 0$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = 490\text{ J}$$

∴ طاقة حركة الجسم عند ارتفاع (20 m) هي (490 J) .

طاقة وضع الجسم عند ارتفاع (20 m) هي:

$$P.E_2 = 1470 - 490 = 980\text{ J}$$

لحساب سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض:

بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على النقطتين C و A:

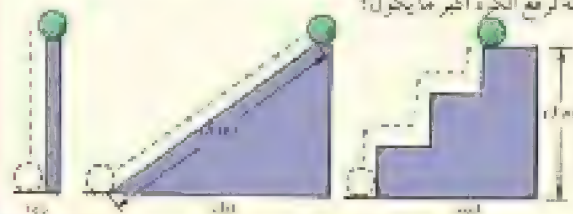
$$5 \times 9.8 \times 30 + 0 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times v_{f2}^2 \quad \therefore v_{f2} = 24.25\text{ m/s}$$



سطح الأرض

وكن التفكير

تخيل أن لديك ثلاثة مسارات مختلفة يمكن أن تسلكها كرة سائبة موجودة عند سطح الأرض لتصل إلى ارتفاع ثابت. لأي مسار تكون الطاقة المبدونة لرفع الكرة أكبر ما يكون؟



المسار a

المسار b

المسار c

جميعها متساوية.



شكل 1.17: الصورة المتتالية لمرحلة
توضع الكرة في الجسم المتحرك لأعلى

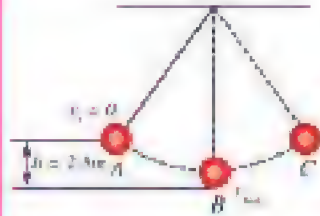
قانون بقاء الطاقة في الحياة العملية

عندما نذف جسمًا لأعلى في الهواء، فإنك ترى مثلاً لقانون بقاء الطاقة، أو التحول المتبادل لطاقة الحركة وطاقة الوضع. فمثلاً عندما نغلب كرة إلى أعلى تكون طاقة الوضع مساوية للصفر، وتكون طاقة الحركة نهاية عظمى وعندما تبدأ الكرة في الحركة لأعلى تتزايد طاقة وضعها على حساب طاقة حركتها، وهكذا يستمر التحول من طاقة الحركة إلى طاقة الوضع إلى أن تصل إلى أقصى ارتفاع لها، وفي هذه الحالة تصبح طاقة حركتها تساوي صفرًا، في حين تكون طاقة الوضع نهاية عظمى. بعد ذلك تبدأ الكرة في العودة إلى الأرض، فتزداد طاقة الحركة تدريجيًا مع تناقص طاقة الوضع إلى أن تصل إلى سطح الأرض مرة أخرى، وتصبح طاقة وضعها تساوي صفرًا.

وتوجد أمثلة كثيرة لتحويل طاقة الحركة إلى وضع وبالعكس كما هو موضح بالروابط التالية :



أمثلة محلولة



يُبين الشكل المقابل كرة معلقة بخيط، تارجم بشكل حُر في مستوى محدد، فإذا كانت كتلة الكرة $m = 4 \text{ kg}$ ومقاومة الهواء مهتلة، فما أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها؟ (اعتبر $g = 9.8 \text{ m/s}^2$).

الحل:

أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها يكون عند النقطة (B)، وبطبيق

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية عند النقطتين A، B

$$mgh + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

$$4 \times 9.8 \times 2.5 = \frac{1}{2} \times 4 \times v^2$$

$$v = 7 \text{ m/s}$$



الأنشطة والتدريبات

الفصل الثاني

قانون بقاء الطاقة

أولاً - التجارب العملية

(١) قانون بقاء الطاقة:

فكرة التجربة:

سبق أن درست أن مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم ما عند أي نقطة في مساره يساوي مقداراً ثابتاً يسمى بالطاقة الميكانيكية. أي أنه كلما زادت طاقة حركة الجسم لحال ذلك يكون على حساب طاقة الوضع، فتقل والعكس صحيح.

خطوات العمل:

١- عين كتلة كرة التنس باستخدام الميزان الرقني بوحدة الجرام، ثم حولها إلى الكيلوجرام.

$$m = \quad g = \quad kg$$

٢- ألصق قطع الشريط اللاصق على الحائط على ارتفاع (1m) (2m ، 2.5m)

٣- أمسك كرة التنس على ارتفاع متر واحد (h = 1m) ، ثم أسقطها إلى الأرض وعبّر الزمن الذي تستغرقه الكرة للوصول إلى سطح الأرض.

٤- كرر المحاولة السابقة عدّة مرات.

٥- كرر الخطوات 3 ، 4 لارتفاعات الأخرى (h = 2, 2.5m) عدة مرات.

٦- سجّل النتائج التي حصلت عليها في الجدول التالي:

الآمان والتنبيهات



نواميس المهمة

في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على أن:

- ثبت قانون بقاء الطاقة الميكانيكية.

المخرجات المرجوة للتلميذ

تسجيل البيانات - التفسير - الاستنتاج.

المواد والأدوات

كرة تنس - ميزان رقمي - شريط لاصق - ساعة إيقاف - شريط متر.

النتائج :

الزمن (s) / t			الارتفاع (m) / h
المحاولة الثالثة	المحاولة الثانية	المحاولة الأولى	
			1
			2
			2.5
			المتوسط

١) احسب طاقة الوضع (P.E) عند الارتفاعات المختلفة باستخدام العلاقة:

$$P.E = mgh$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2 \quad \text{علماً بأن:}$$

٢) باعتبار أن الكرة سقطت من مسكون فتكون السرعة الابتدائية v_i تساوي صفراً، فيمكن حساب السرعة النهائية v_f للكرة لحظة اصطدامها بالأرض باستخدام معادلات الحركة الآتية:

$$v_f = gt$$

٣) بمعلومية v_f يمكن حساب طاقة حركة (K.E) لكرة التنس لحظة اصطدامها باستخدام العلاقة:

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

سجل النتائج في الجدول التالي

الارتفاع	1	2	2.5
طاقة الوضع P.E			
طاقة الحركة K.E			

تحليل النتائج :

١) بمقارنة نتائج الجدول لكل من (P.E ، K.E) ماذا تلاحظ؟

٢) ما الأسباب التي تؤدي إلى عدم تطابق النتائج المبينة بالجدول؟

٣) هل النتائج العملية التي حصلت عليها متفقة مع توقعاتك؟

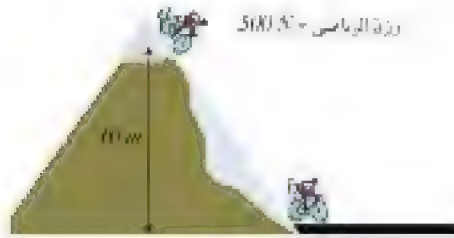


ثانياً - الأنشطة التكوينية

- ١- اجمع صوراً من المصادر المختلفة مثل المراجع، والمجلات، ومواقع شبكة المعلومات، لتوضيح تحول الطاقة من صورة إلى أخرى.
- ٢- صمم جهازاً يمكن أن يحول الطاقة من صورة إلى أخرى باستخدام مواد من خامات البيئة.
- ٢- صمم مجلة خالطة (مدعنة بصور) عن بعض الألعاب في مدينة الملاهي، والتي يحدث فيها تحول طاقة الحركة إلى طاقة وضع والعكس.
- ٤- اكتب قائمة بمجموعة من المواقع التعليمية والعلمية التي تتناول مفهوم الطاقة الميكانيكية.

ثالثاً - الأسئلة والتدريبات

- ١- قذف جسم كتلته (0.2 kg) رأسياً لأعلى بسرعة (20 m/s) ، بإهمال مقاومة الهواء احسب ما يلي:
 - أ- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.
 - ب- سرعة الجسم عند ارتفاع (10 m) من سطح الأرض.



- ٢- باستخدام الشكل المقابل أوجد كلاً من:

- أ- طاقة وضع الرياضي عند النقطة «ا».
- ب- طاقة وضع الرياضي عند النقطة «ب».
- ج- طاقة الرياضي الكلية عند نقطة «ب».

- ٣- أكمل الكلمات المتقاطعة:

أهضياً،

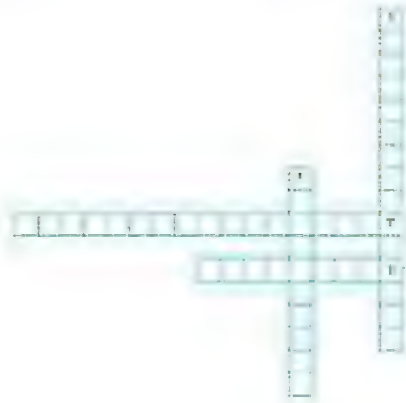
(٣) مجموع طاقتي الوضع والحركة.

(٤) الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة لوضعه.

واسطياً،

(١) الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، ولكن يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى.

(٢) الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته.



تدريبات عامة على الباب الرابع

١) اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

أ) جسم طاقة حركته ($4 J$)، كم تكون طاقة حركته إذا تضاعفت سرعته؟

8J ➡ 16J ➡

4J ➡ 0.8J ➡

ب) إذا كان جسم كتلته ($2 kg$) ويقع على الارتفاع ($5 m$) فوق سطح الأرض، فإن طاقة وضعه هي:

98J ➡ 10J ➡

2.5J ➡ 98J ➡

ج) الطاقة المخزنة في زنبرك مضغوط هي:

طاقة حركية ➡ طاقة وضع ➡

طاقة نووية ➡ طاقة نفاذ ➡

د) إذا نذف جسم لأعلى فأى الكميات الفيزيائية تساوي صفراً عند أقصى ارتفاع:

قوة الجاذبية الأرضية ➡ العجلة ➡

طاقة الوضع ➡ السرعة ➡

٢) علل لما يأتى:

أ) الشغل كمية قياسية؟

ب) طاقة وضع الماء أعلى الشلال أكبر من طاقة وضعه في قاع الشلال؟

ج) عندما يحمل شخص حقيبة ويسير على سطح الأرض فإنه لا يبذل شغلاً؟

٣) أثرت قوة مقدارها ($100 N$) على جسم فحركته إزاحة قدرها ($2.5 m$) أوجد الشغل الذى تبذله هذه القوة فى الحالات الآتية:

أ) إذا كانت القوة فى نفس اتجاه حركة الجسم.

ب) إذا كانت القوة عميل بزاوية (60°) على اتجاه الحركة.

ج) إذا كانت القوة عمودية على اتجاه حركة الجسم.

٤) احسب كتلة جسم عند سطح الأرض إذا علمت أن طاقة وضعه عند نقطة على بعد ($5 m$) من سطح الأرض تساوى ($980 J$) وأن عجلة الجاذبية الأرضية ($9.8 m/s^2$)

٥) فذرت كرة رأسياً لأعلى فكانت سرعتها $3 m/s$ عند الارتفاع $4 m$. فما مقدار الشغل المبذول لقفذ الكرة إذا كانت كتلتها $0.5 kg$ وعجلة الجاذبية الأرضية $10 m/s^2$



٥) جسم كتلته 4 kg يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع 20m فوق سطح الأرض. أكمل الفراغات الموجودة بالجدول التالي معتبراً عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 ومتغاضياً عن مقاومة الهواء.

النقطة	إزاحة الجسم بالمتر من نقطة السقوط	طاقة الوضع بالجول	سرعة الجسم م/s	طاقة الحركة بالجول	الطاقة الميكانيكية للجسم بالجول
أ	0				
ب			5 m/s		
ج		400 J			
د				800 J	

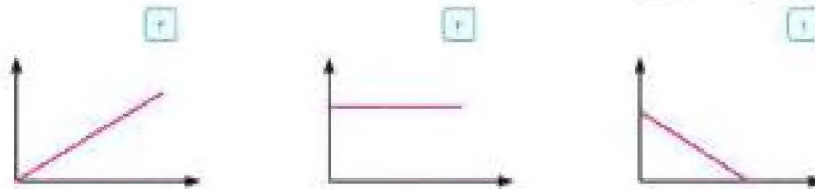
من النتائج التي توصلت إليها، حدد موضع النقطة أثناء السقوط التي تكون عندها:

أ) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة حركته .

ب) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة الوضع له .

ج) طاقة الحركة للجسم مساوية لطاقة الوضع .

٦) قذف جسم رأسياً إلى أعلى، ولديك ثلاثة أشكال بيانية : (أ) ، (ب) ، (ج) للتعبير عن العلاقة بين بعض الكميات الفيزيائية له.



حدد أيها يعبر عن العلاقة بين كل من :

أ) طاقة الوضع وارتفاع الجسم عن الأرض.

ب) طاقة الحركة وارتفاع الجسم عن الأرض.

ج) طاقته الميكانيكية وارتفاعه عن الأرض.

ملخص الباب

المفاهيم الرئيسية:

- الشغل: حاصل ضرب القوة في الإزاحة في اتجاه خط عمل القوة، وهو كمية قياسية، وتقاس بوحدة الجول (J).
- الجول: الشغل الذي تبذله قوة مقدارها نيوتن واحد لتحريك جسم مسافة متر واحد في اتجاه القوة.
- الطاقة: هي القدرة على بذل شغل.
- طاقة الحركة: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته.
- طاقة الوضع: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لتغير موضعه، وهي طاقة مخزنة داخله.

القوانين الرئيسية:

- قانون بقاء الطاقة: الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، ولكن يمكن أن تتحول من صورة لأخرى.
- قانون بقاء الطاقة الميكانيكية: مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أي نقطة في مساره يساوي مقدارًا ثابتًا.

العلاقات الرئيسية:

$$W = Fd \cos \theta$$

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

$$P.E = mgh$$

الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة

خريطة الباب



المواصفات الفنية:

رقم الكتاب:	٤١٤/١٠/٢/٢٢/١/٢٧
مقاس الكتاب:	$\frac{1}{8}$ (٨٢ × ٥٧) سم
طبع المتن:	٤ ألوان
طبع الغلاف:	٤ ألوان
ورق المتن:	٧٠ جم أبيض
ورق الغلاف:	١٨٠ جم كوشيه
عدد الصفحات بالغلاف:	١٥٢ صفحة

<http://elearning.moe.gov.eg>

الأشراف برنتنج هاوس